

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Výrobní systémy

Zaměření: Pružné výrobní systémy pro strojírenskou výrobu

**OPTIMALIZACE PRACOVNÍHO MÍSTA KOMPLETE
ROZVODOVÝCH KRABIC V PODNIKU KOPOS KOLÍN a.s.**

**THE OPTIMALIZATION OF ASSEMBLING OF DISTRIBUTIONS
WRIRING BOX WORKPLACE IN KOPOS KOLÍN a.s. COMPANY**

KVS – VS -194

Karel Stanke

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant: Ing. Jan Vavruška

Rozsah práce:

Počet stran: 62

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 37

Počet tabulek: 12

Počet výkresů: 6

V Liberci 1.6.2009

Diplomová práce KVS – VS – 194

TÉMA: Optimalizace pracoviště kompletace rozvodových krabic v podniku KOPOS Kolín a.s.

ANOTACE:

Práce je zaměřena na optimalizaci pracoviště pro kompletaci rozvodných krabic v podniku KOPOS Kolín a.s. Cílem bylo navrhnout pracoviště, které by odstranilo plýtvání a zvýšilo produktivitu práce. Důraz byl kladen i na ergonomii pracoviště. K řešení byly použity metody průmyslového inženýrství.

THEME: An optimalization of assembling of distribution's wiring box workplace in KOPOS Kolín a.s. company.

ANNOTATION:

This dissertation is focused on an optimalization of workplace for assembling of distribution's wiring box in KOPOS Kolín a.s. company. The aim was to design a workplace which would correct profusion and increase productivity of labour. The emphasis was also placed on ergonomics of workplace. The solutions have been used methods of industrial engineering.

Klíčová slova: optimalizace, ideový návrh pracoviště, ergonomie, přípravek, layout, pracovní prostředí
Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů
Dokončeno: 2009
Archivační označení zprávy:

Počet stran: 62
Počet příloh: 3
Počet obrázků: 37
Počet tabulek: 12
Počet výkresů: 6

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo) a § 35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o využití mé práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu užití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na uhrazení nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Datum:

Podpis:

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího diplomové práce.

V Liberci dne

.....

Karel Stanke

Poděkování

Děkuji všem, kteří mi pomohli tuto studii uskutečnit.

Děkuji panu doc. Dr. Ing. Františku Manligovi za vedení diplomové práce.

Dále děkuji kolektivu společnosti KOPOS Kolín a.s. za ochotu, poskytnuté rady a konzultace. Dále bych chtěl také poděkovat za poskytnutí dokumentace a materiálů využitých při studiu.

Obsah

1	Úvod	10
1.1	Seznámení se společností Kopos Kolín a.s. [1]	10
2	Obecné postupy a pravidla.....	11
2.1	DMAIC	11
2.2	Plýtvání	12
2.3	Metoda 5S	12
2.4	Ergonomie[5]	13
2.5	Princip LCIA[7]	16
2.6	ABC analýza[8].....	17
2.7	BasicMOST [7] [9]	18
3	Praktická část.....	20
3.1	Úvod.....	20
3.2	Analýza současného stavu.....	20
3.2.1	Znázornění struktury výroby krabic do dutých stěn, u kterých je prováděna montáž.	20
3.2.2	Objem výroby	21
3.2.3	Layout výrobní haly PVC 3	22
3.2.4	Layout výrobní haly NOVÁ HALA	23
3.2.5	Normy času montáže a výroby polotovarů (vstřikování)	23
3.2.6	Náklady na výrobu.....	24
3.2.7	Popis stávající montáže a balení	25
3.3	Návrh pracoviště montáže.....	26
3.3.1	Pracoviště montáže	26
3.3.2	Ideový návrh stolu montáže.....	26
3.3.2.1	První varianta s vyklápěním vpředu	27
3.3.2.2	Druhá varianta s vyklápěním stranou	29
3.3.2.3	Třetí varianta se zásobníkem využívající přepravku	31
3.3.3	Návrh přípravku	33
3.3.4	Rozměry krabiček ovlivňující funkci přípravků	35
3.3.4.1	Závěr měření.....	36
3.3.5	Návrh zásobníku na krabičky	36
3.3.6	Stanovení postupu a času montáže	37

3.3.6.1	Stanovení jednotkových časů pro KP 64/LA , KU 68 LA/1	37
3.3.6.2	Stanovení jednotkového času pro KP 64/2L	38
3.3.7	Zkouška funkce přípravku	39
3.3.7.1	Stanovení jednotkového času zkoušeného přípravku metodou BasicMOST	39
3.3.7.2	Závěr ze zkoušení	40
3.3.8	Návrh Layoutu výrobních hal	41
3.3.8.1	První varianta s vyklápěním vpředu	42
3.3.8.2	Druhá varianta s vyklápěním stranou	44
3.3.8.3	Třetí varianta se zásobníkem využívající přepravku	46
3.4	Porovnání variant	48
3.4.1	Náklady na zavedení výroby.....	48
3.4.1.1	Náklady na zavedení výroby varianty jedna, dva.....	48
3.4.1.2	Náklady na zavedení výroby varianta tři	48
3.4.2	Návratnost	48
3.4.3	Porovnání první varianty	49
3.4.4	Porovnání druhé varianty.....	49
3.4.5	Porovnání třetí varianty	49
3.4.6	Zhodnocení	50
3.5	Pracovní prostředí	50
3.5.1	Osvětlení	51
3.5.2	Hluk	52
3.5.3	Teplota	53
4	Závěr	54
	Seznam použité literatury.....	55
	Seznam obrázků.....	57
	Seznam tabulek.....	59
 Přílohy		
	I. Podrobný rozpis nákladů na pořízení.....	60
	II. Krabice do dutých stěn.....	62
	III. Výkresová dokumentace.....	63

Seznam použitých symbolů

DMAIC	Strukturovaný postup při řešení projektů
BasicMOST	Systém pro měření práce.
5S	Metoda která eliminuje plýtvání na pracovišti
ABC analýza	Metoda která třídí zkoumaný soubor pomocí Paretova pravidla
TMU	Časová jednotka používaná při měření práce.

Seznam použitých značek

V_P	-	objem přepravky
v	-	výška přepravky
\dot{s}	-	šířka přepravky
\dot{l}	-	délka přepravky
n	-	počet krabiček v kartónu.
t_M	-	celkový čas montáže na kus
t_B	-	celkový čas balení na kartón
t_{Celk}	-	celkový čas montáže a balení na kus

1 Úvod

V dnešní době existuje ve všech odvětvích velký konkurenční boj. Toto prostředí je méně přehledné, protože se stále mění konkurence a požadavky zákazníků. Faktory, které ovlivňují úspěch v tomto boji jsou cena, čas a jakost výroby. Každý podnik se musí tudíž zabývat těmito ovlivňujícími faktory, optimalizovat a zeštíhlovat výrobu. Je nutné, aby management byl schopen nahlížet do budoucnosti. Především pak zvětšit sortiment výroby, zkrátit dobu výroby, zkrátit dodávku výroby na trh, zvýšit produktivitu, snížit náklady spojené s výrobou a odstranit všechny druhy plýtvání.

1.1 Seznámení se společností Kopos Kolín a.s. [1]

Společnost KOPOS KOLÍN a. s. patří mezi tradiční české elektroinstalační podniky, která již řadu desetiletí působí na českém trhu.

Vznikla v roce 1996 a plynule navázala na předchozí existenci společnosti s ručením omezeným Kopos Kablo Kolín. Ta vznikla privatizací státního podniku Kablo Kolín počátkem 90. let minulého století, ale historie této společnosti sahá až do období první republiky.

Značka KOPOS se stala synonymem pro výrobky určené k použití v elektroinstalacích!

Základní rozdělení portfolia:

- elektroinstalační krabice a příslušenství*
- elektroinstalační lišty, kanály a příslušenství*
- elektroinstalační trubky a příslušenství*
- upevňovací materiál*
- kabelové chráničky*
- pomocné nářadí, samolepicí pásy*
- kabelové nosné systémy*

2 Obecné postupy a pravidla

2.1 DMAIC

Metoda definuje pět fází pro úspěšné zavedení změny nebo řízení projektu určeného ke zlepšování.

D – Define (definovat) – v první fázi se definují cíle, získávají informace, popisuje stav kterého má být dosaženo, určuje se tým pracovníků. Popisuje se proces, který má být zlepšen. Součástí popisu procesu je i jeho rozsah (začátek a konec procesu, vstupy a výstupy). Definuje se plán, který by měl obsahovat jednotlivé činnosti, jež jsou třeba k odstranění problému.

M – Measure (měřit) – při zlepšování jsou důležité postupné kroky, kterých má být dosaženo a které vedou k naplnění definovaných cílů. Doložit plnění cílů je možné jen na základě předem definovaných měření a měřitelných ukazatelů. Tak je možné odlišit domněnky od skutečnosti

A – Analyze (analyzovat) – zjištěné informace je potřeba podrobně analyzovat a zjistit skutečný potenciál pro zlepšení. Základem je analýza příčin problémů, nedostatků, nespokojenosti apod. Zároveň je zjišťováno, zda je skutečně řešen původní problém.

I – Improve (zlepšovat) – základem zlepšení je odstranění skutečné příčiny. Nastavují se nové parametry procesu a jeho optimalizace. Vše se dělá pro zvýšení spokojenosti zákazníka ať externího nebo interního. Součástí zlepšování by mělo být i zlepšení nákladů, přínosů pro zákazníka. Jednotlivá řešení je možné otestovat v pilotním testu.

C – Control (řídit) – Je-li problém úspěšně odstraněn nebo dosaženo zlepšení, je třeba udělat poslední a závěrečný krok, všechny potřebné změny zavést/standardizovat do procesů nebo systému. Také se samozřejmě přesvědčit, zda změny jsou řádně uplatňovány a součástí běžných každodenních činností. Vhodné je stanovit období ve kterém se sleduje dosažených výsledků, zisku z nového zlepšení.[2]

2.2 Plýtvání

Obecně lze říci, že plýtvání jsou všechny činnosti, které nepřidávají výrobku hodnotu.

Přehled sedmi druhů plýtvání

Defekty – vadné výrobky, špatně zadané informace

Nadprodukce – výroba na sklad, nadbytečné reporty

Nadměrné zásoby – nadbytek materiálu na lince, ve skladu, „in“ a „out“ boxy

Zbytečné pohyby – nesdružené či rozdělené operace, data zadávaná navíc

Nadbytečné zpracování – zbytečnosti v návrhu výrobku, nadbytečné transakce či schvalování

Doprava – přesuny v rámci produkce nebo následné kroky v procesu vyžadující přesun na velkou vzdálenost

Čekání – čekání na výstup z delší operace, práce v dávkách

Nesprávně využití lidské zdroje – potenciál jednotlivce není správně využit.[3]

2.3 Metoda 5S

Metoda 5S se snaží eliminovat plýtvání, zlepšovat pracovní prostředí a tím i kvalitu. Skládá se z pěti japonských slov začínajících na S.

1.Seiri – setříd

Cílem je oddělit potřebné a nepotřebné věci. Ty nepotřebné oddělte a odstraňte z pracoviště. Přemýšlejte i o tom, jak vlastně byly nyní nepoužívané přípravky a další materiál dříve používány a jsou-li stále potřebné. Podobně i dokumentace. Ideální je i jednou měsíčně zkontrolovat dodržování této zásady.

2.Seiton – Systematizuj

Smyslem tohoto slova je umístit potřebné a užívané věci tak, aby mohly být jednoduše a rychle použity, tzn. že byste měli blíže umístit častěji používané věci. Označte jasně jejich umístění tak, aby každý věděl, kde co je. Dbejte i na bezpečnost jejich uložení a zohledněte i speciální vlastnosti (citlivost na vlhkost, světelné záření, teplotu,...).

3.Seiso

Význam tohoto slova je zřejmý – jde o udržování čistoty na pracovišti a v jeho okolí. Vhodné je stanovit odpovědnost konkrétních pracovníků za úklid – v

rozdělování práce buďte spravedliví. Rovněž i místa pro uložení neshodných výrobků nebo odpadu musí být blízko, aby se zkrátil čas neproduktivní manipulace.

4.Seiketsu - Standardizuj

Standardizace znamená neustálé a opakované zlepšování organizace práce, uspořádání pracoviště a čistoty na pracovišti. Jde i o upravenost pracovníků (vhodný pracovní oděv, obuv,...) a jejich hygienu (např. na pracovištích výroby zdravotnických prostředků). Dalším cílem je zlepšit i pracovní prostředí, aby bylo možné pracovat rychle, kvalitně a efektivně. Jde o tzv. visual management.

5.Shitsuke – Stále zlepšuj

Disciplína je při dodržování zásad 5S velmi důležitá – zvláště vedoucí pracovníci musí jít příkladem. Všichni zaměstnanci by měli být seznámeni s firemními pravidly a se zásadami 5S. Opakování je matka moudrosti a jistě prospěje školení po čase zopakovat. Cílem je vytvořit vhodné návyky pracovníků již od jejich nástupu na pracoviště. .[4]

2.4 Ergonomie[5]

Současné pojetí či přístup ergonomie vychází ze systémového myšlení, jehož základem je systém člověk - stroj - prostředí. Tyto tři komponenty fungují vždy ve vzájemné souvislosti a závislosti. Princip systémovosti je možno ilustrovat v oblasti tzv. projektové ergonomie, tj. při konstruování nových strojů a zařízení.

Kritéria pro tvorbu, projektování, konstruování, případné inovace a hodnocení pracovních systémů představují soubor hledisek povahy technické, jako je přesnost, kvalita, spolehlivost, **ekonomické**, tj. náklady, užitná hodnota, opotřebitelnost, údržba a opravy, **bezpečnostní** daná rizikovostí vzniku pracovních úrazů a **zdravotní** ve smyslu negativních účinků na člověka, k nimž patří nepřiměřená pracovní zátěž, negativní působení funkcí pracovního systému, včetně fyzikálně-chemických faktorů prostředí, jež mohou v závislosti na povaze intenzitě a době působení vyvolat zhoršení až onemocnění některých orgánů člověka povahy somatické či psychické.

Uplatnění kritérií týkajících se ochrany a života zdraví ve všech fázích tvorby a hodnocení pracovních systémů je předmětem a cílem několika oborů, jež lze shrnout pod označení vědy či nauky o práci. Z nichž nejdůležitější jsou:

- fyziologie práce;
- hygiena práce;
- psychologie práce;
- bezpečnost práce;
- statická a dynamická antropologie;
- pracovní lékařství, toxikologie atd.;

Hlavní a dílčí ergonomická kritéria

TĚLESNÉ ROZMĚRY

- Plošné a prostorové požadavky na pracoviště a pracovní místo
- Výška manipulační (pracovní) roviny
- Bezpečnostní vzdálenosti (kryty apod.)
- Pracovní sedadla

PRACOVNÍ POLOHA

- Obslužné části stroje, jejich umístění
- Zásobování a odebírání obrobků apod.
- Hmotnost a tvar břemen apod.
- Viditelnost zdrojů informací
- Umístění ovládačů

PRACOVNÍ POHYBY

- Dráhy, přesnost, rychlost
- Energetická náročnost
- Pohybové stereotypy
- Síly na ovládačích
- Sousednost pohybů
- Vizuálně - motorická koordinace
- Umístění ovládačů

PŘÍJEM A ZPRACOVÁNÍ INFORMACÍ

- Typy a umístění zrakových informací (návěstí, sdělovače apod.)

- Způsob kódování informací
- Zdroje a umístění přímých informačních zdrojů (sledování míst)
- Typy a vlastnosti zvukových informací
- Řečová komunikace
- Řízení (regulace) a rozhodovací procesy

FYZIKÁLNÍ, CHEMICKÉ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

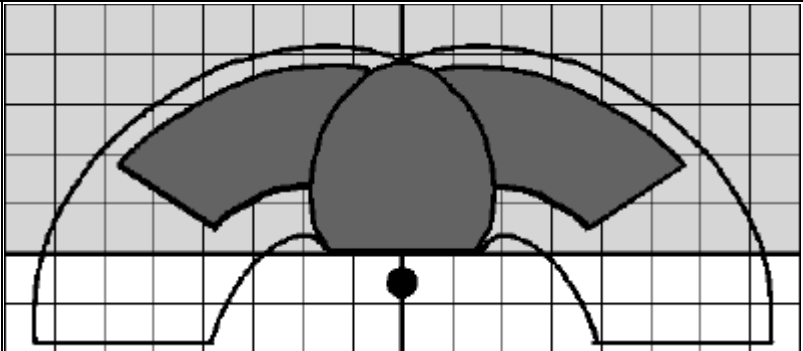
- Hluk, ultrazvuk, vibrace
- Osvětlení
- Barevné řešení prostorů, strojů
- Záření
- Prostory bez denního světla
- Chemické látky v ovzduší
- Mikroklimatické podmínky
- Větrání, klimatizace

BEZPEČNOST PRÁCE

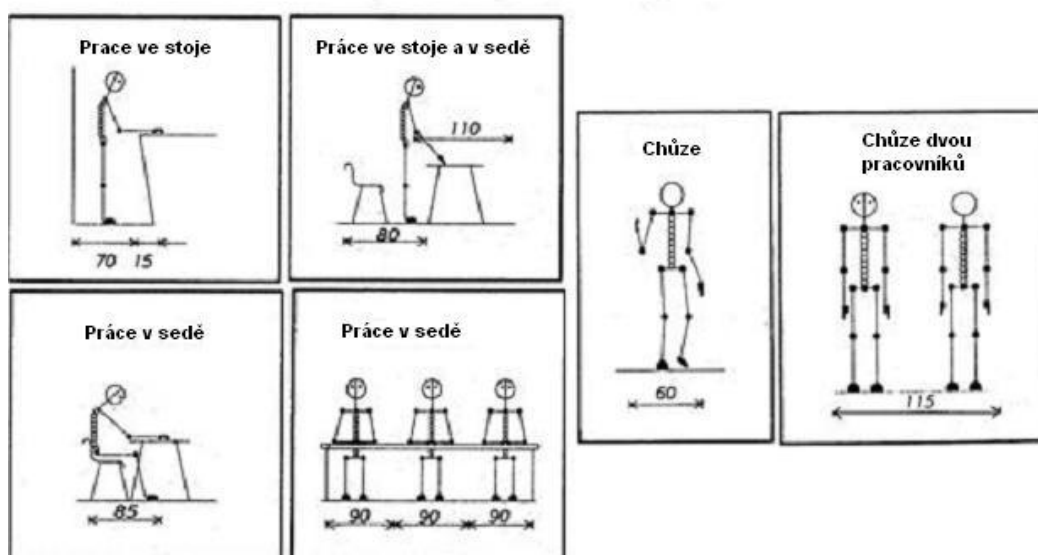
- Ochrana proti úrazům (kryty apod.)
- Osobní ochranné pracovní pomůcky

ORGANIZACE PRÁCE

- Režim práce a odpočinku uvnitř směny
- Rotace směn
- Kooperace v pracovních skupinách
- Pásová a proudová výroba
- Limity pracovní zátěže
- Monotonie
- Střídání pracovních míst (operací)
- Rozdělení kompetence a odpovědnosti

	První oblast rukou cca. 40 cm široká a 40 cm hluboká	Druhá oblast rukou cca. 110 cm široká a cca. 35 cm hluboká	Rozšířené oblast rukou cca. 140 cm široké a cca. 40 cm hluboké
Plocha stolu je 50cm hluboká a 160cm široká			

Obr. 1 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu[6]



Obr. 2 Prostorové nároky základních pracovních poloh [13]

2.5 Princip LCIA[7]

Jednoduchost – eliminace komplikovaných pohybů, funkcí a struktur. Používání rotačních a lineárních pohybů, které se dají vykonávat s jednoduchými mechanickými prvky.

Využívání fyzikálních zákonů – gravitace a principů FIFO, vizualizace a přehledná identifikace pohybů materiálu.

Nízké náklady – použití jednoduchých a dostupných materiálů a komponentů, možnost použití znovupoužití demontovaných prvků. Snadné smontování a demontování

– používání stavebnic, ze kterých je možné smontovat variabilní zařízení.

Modulární výstavba – nízká komplexnost, nízký počet stupňů opracování v jednom modulu, možnost rychlé změny při jiném produktu,
- kolečka, pružná zařízení na přísun materiálu a komponentů.

Interní vývoj a výroba – zařízení a přípravky LCA se vyrábějí ve vlastním podniku, nejlépe přímo v dílně, staršími a zkušenými pracovníky.

Kompaktnost a malé prostorové nároky - LCA prostředky se implementují do buněk, kde pracovník vykonává více operací – snaha o eliminaci pohybů pracovníka, zařízení by měla být o mnoho širší než produkt.

Základní zásady nízkonákladové automatizace(LCIA) při tvorbě výrobních buněk:

- Požadované investice jsou nízké, rizika jsou malá.
- Automatizace je přizpůsobena existujícím zařízením se zapojením lidí z výroby, změny jsou postupné a vyvážené, nákladově velmi efektivní.
- Použité technologie jsou jednoduché na pochopení, údržbu a pochopení, při poruchách jsou minimální ztráty.
- Komponenty hardwaru jsou flexibilní a vícenásobně použitelné, adaptivní na změny produktu a podmínek na trhu.
- Odpor lidí je minimální, protože se snižuje námaha a ohrožení bezpečnosti, zároveň mají možnost naplno se realizovat ve změnách směrem k LCIA.

2.6 ABC analýza[8]

ABC analýza je založená na principu, že jen několik faktorů podstatně ovlivňuje celkový problém. Základním principem ABC analýzy je skutečnost, která vyplývá z tzv. Paretovho pravidla. Toto pravidlo hovoří, že „80% všech důsledků způsobuje jen asi 20% příčin“.

Samostatným problémem rozboru výrobního programu je definování reprezentantů výrobních skupin. Reprezentanti se využívají v mnoha dalších fázích projektu (např. hrubé kapacitní propočty pro reprezentanty, rozbor materiálových toků, simulace výroby pro reprezentanty).

Jestli-že podrobíme výrobní program podniku takovéto analýze, je možné obvykle rozdělit výrobky do třech základních skupin:

A - významné výrobky s ohledem na obrat podniku (10 % výrobků, 75 % obratu). Patří sem položky s nejčastějším podílem na obrate. Jím je věnovaná největší pozornost.

B - méně "významné" výrobky (20 % výroby, 15 % obratu). Patří sem položky ze střední výškou obratu. Pozornost věnovaná těmto materiálům je obvykle orientovaná na jednotlivé materiálové skupiny (ne na jednotlivé druhy materiálů).

C - "nevýznamné" výrobky (70% výrobků, 10 % obratu). Do této skupiny patří nízkoobratové položky. Ty jsou obstarávané vždy až na základě přímých požadavků.

2.7 BasicMOST [7] [9]

MOST je systém pro měření práce, proto se soustřeďuje na pohyb objektů. Pohyb může být uskutečňovaný v principu dvěma způsoby: - objekty (předměty) jsou uchopené a přesouvané volně v prostoru, nebo - objekty (předměty) jsou přesouvané v prostoru tak, že jsou v stálém kontaktu s nějakým jiným povrchem nebo jsou připojeny k jinému objektu. Při každém způsobu pohybu nastává řetězec jiných událostí, proto využívá MOST různé modely sekvence aktivit. Metoda BasicMOST umožňuje s velkou přesností stanovit normu spotřeby práce již v době, kdy projektujeme a připravujeme layout pracoviště a máme k dispozici jen prototyp dílce - tím usnadňuje vypracování cenového návrhu. Současně pomáhá technologům při navrhování ergonomického pracoviště s minimálními manuálními pohyby. Seminář prezentuje posloupnost systematického přezkoumávání pracovních postupů s cílem identifikovat a odstraňovat plýtvání, zlepšovat efektivnost použití zdrojů a nadefinovat normy času pro jednotlivé činnosti pomocí předem určených časů. Určeno pro: Technology, normovače, mistry, průmyslové inženýry, plánovače...

Tab. 1 Tabulka BasicMOST [7]

index	A	B	G	P
0	≤ 5 cm	žádný pohyb těla	bez uchopení, držení	drž objekt, shod' objekt
1	v dosahu	sehni a vzpřim se	lehký objekt	odlož volné uložení
3	1 - 2 kroky	50% výskyt sedni nebo vstaň bez pohybu židle	těžký/ objemný, skrytý za přepážkou, odděl více objektů	s nastavením lehký tlak, volné uložení skrité

Sekvence pro všeobecné přemístění v systému BasicMOST má tvar:

A....B....G....A....B....P....A....

Činnosti při všeobecném přemístění můžeme rozdělit:

- Sáhni jednou nebo oběma rukama na určitou vzdálenost k objektu buď přímo, nebo ve spojení s pohybem těla a získej kontrolu (ABG)
- Přemísti a umísti objekt po volné dráze (ABP)
- Vrať se na původní místo(A)

A (vzdálenost) – používá se pro analýzu všech prostorových pohybů nebo činností prstů, rukou a/nebo nohou zatížených, nebo ne.

B (spolupráce těla) - používá se pro analýzu vertikálních (nahoru, dolů) pohybů těla nebo činností potřebných na překonání překážek.

G (získání kontroly nad objektem) – používá se pro analýzu všech manuálních činností (hlavně prstů, rukou a nohou), které jsou využívány pro získání úplné manuální kontroly nad objektem a následné ztráty této kontroly.

P (umístění) – používá se pro analýzu činností v poslední etapě přemístění při uspořádání, orientování a/nebo spojení objektu s jiným objektem předtím než se objektu pustíme.

F (práce stroje) – používá se pro zahrnutí času potřebných k práci stroje.

3 Praktická část

3.1 Úvod

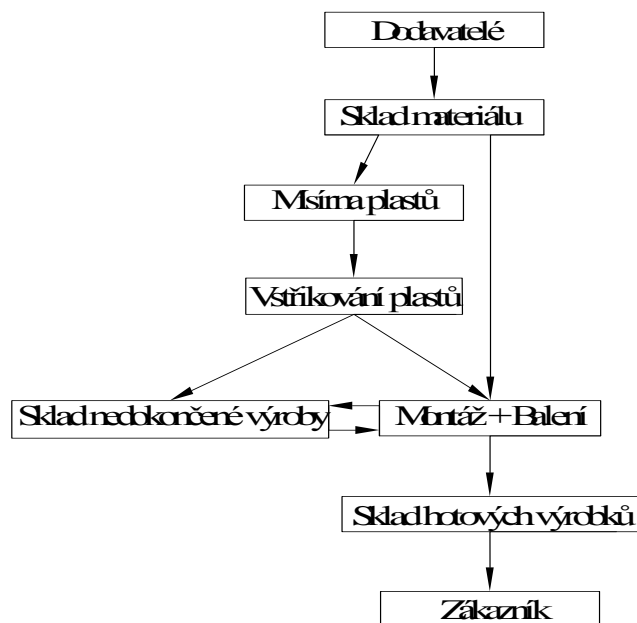
Má diplomová práce, se snaží optimalizovat montáž při kompletaci rozvodných krabic do dutých stěn. Hlavním cílem bylo najít takové řešení, které by zvýšilo produktivitu, zlepšilo ergonomii a hygienu práce. Toto řešení by mělo využívat stávajících prostor, mělo by být levné a jednoduché. Realizace tohoto řešení by měl být schopen podnik sám.



Obr. 3 Krabice do dutých stěn[1]

3.2 Analýza současného stavu

3.2.1 Znázornění struktury výroby krabic do dutých stěn, u kterých je prováděna montáž.



Obr. 4 Výroba krabic do dutých stěn

Celý tento systém výroby začíná u dodavatelů, kteří poskytují potřebný materiál k výrobě a je dodáván do skladu materiálu. Ze skladu materiálu jsou součásti posílány na montáž a plasty jsou namíchány a posílány do vstřikovny plastů, kde jsou vyrobeny polotovary. Jestli-že nejsou k dispozici všechny komponenty potřebné k výrobě, jsou posílány do skladu nedokončené výroby. V případě, že jsou všechny komponenty k dispozici, putují na montáž, kde jsou smontovány a zabaleny. Hotové výrobky přecházejí do skladu hotových výrobků a dále jsou expedovány zákazníkovi.

3.2.2 Objem výroby

Tab. 2 Vyrobené množství za období 2005-2008

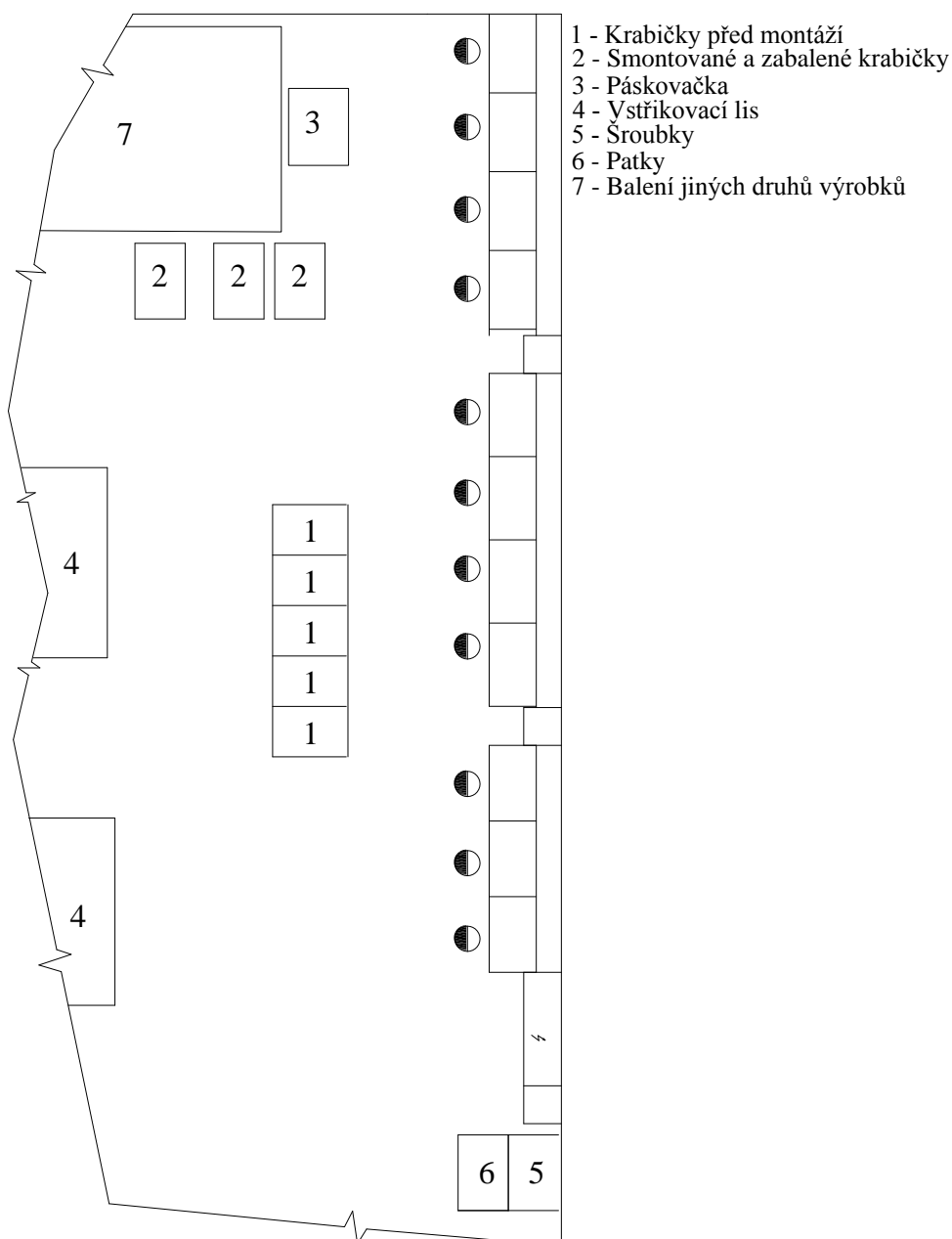
Položka	Vyrobené množství za rok (%)			
	2005	2006	2007	2008
KI 68 L/1	2,24	2,06	1,91	1,97
KI 68 L/2	0,08	0,09	0,09	0,06
KI 68 L/3	0,01	0,00	0,00	0,00
KO 110/L	3,25	3,30	3,91	4,41
KO 97/L	3,54	3,25	3,45	3,85
KP 64/2L	2,14	11,31	10,72	11,27
KP 64/3L	7,11	6,64	6,25	6,40
KP 64/4L	3,53	3,61	3,37	3,07
KP 64/5L	0,00	0,21	0,56	0,62
KP 64/LA	42,69	39,65	40,17	38,50
KPR 68/71L	0,00	0,00	0,00	0,24
KPR 68/L	0,00	0,62	0,91	0,98
KR 97/L	0,03	0,02	0,02	0,01
KT 250/L	0,34	0,31	0,47	0,60
KU 68 LA/1	24,60	18,62	17,09	18,78
KU 68 LA/2	10,33	10,26	10,90	8,39
KU 68 LA/3	0,09	0,06	0,02	0,04
KU 68/71L1	0,00	0,00	0,00	0,48
KO 125/1L	0,00	0,00	0,14	0,31

Jestli-že použijeme rozdělení těchto výrobků pomocí ABC analýzy pro rok 2008, tak ve skupině A, což jsou nejčastěji vyráběné výrobky, se budou nacházet výrobky typu: KP 64/LA, KU 68LA/1 a KP 64/2L. Tato skupina zabírá celkem 68,55% objemu výroby. Proto se v kapitole 3.3.6 Stanovení postup a časů montáže a 3.3.4 Rozměry krabiček ovlivňující funkci přípravku budu podrobně zabývat pouze těmito třemi druhy výrobků.

Dalším důvodem tohoto výběru je skutečnost, že ostatní výrobky se od sebe liší buď rozměrem, množstvím montovaných šroubků a patek nebo montáží doplňkových součástí, jako je víčko nebo svorkovnice. Způsob montáže šroubků a patek je u všech typů stejný.

3.2.3 Layout výrobní haly PVC 3

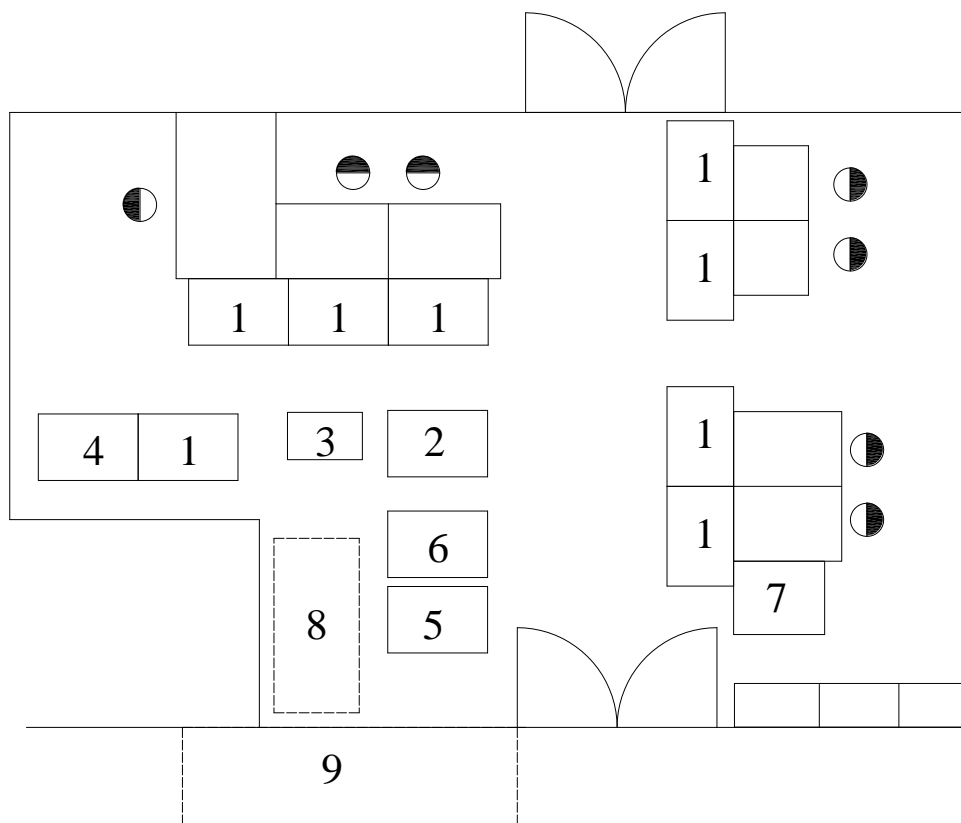
V této výrobní hale se nacházejí vstřikovací lisy, provádí se zde montáž a balení různých druhů výrobků nejen krabic do dutých stěn.



Obr. 5 Výrobní hala PVC3

3.2.4 Layout výrobní haly NOVÁ HALA

Zde se provádí pouze montáž a balení krabic do dutých stěn.



- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 - Krabičky před montáží | 6 - Patky |
| 2 - Smontované a zabalené krabičky | 7 - Přípravek na svorkovnice |
| 3 - Páskovačka | 8 - Odpočinkový kout |
| 4 - Volné palety | 9 - Sklad krabiček před a po montáží |
| 5 - Šroubky | |

Obr. 6 Výrobní hala NOVÁ HALA

3.2.5 Normy času montáže a výroby polotovarů (vstřikování)

Tab. 3 Normy času

Položka	Norma času na montáž s/ks	Norma času na vstřikování s/ks
KP 64/LA	30,0	5,6
KU 68 LA/1	30,0	6,7
KP 64/2L	54,0	27,9

Celý výrobní proces se skládá ze dvou operací. Při první operaci se provádí vystříknutí polotovaru z plastu. Následuje druhá operace, která spočívá v montáži patek, případně montáži svorkovnice či víčka, což závisí na druhu a variantě krabičky.

Z tabulky výše uvedené je zřejmé, že normy času montáže jsou větší než normy času vstřikování polotovarů. Toto pravidlo platí u všech ostatních typů výrobků. Vyplývá tedy, že úzkým místem procesu je montáž.

3.2.6 Náklady na výrobu

Tab. 4 Přímé náklady na výrobu KP 64/LA

č.položky	Název položky nebo operace	Množství /1000Ks	Jednotka	Náklady v %na 1Ks
M4879	PE SÁČEK 60x80x0,05 rychlozav.	10	ks	0,00
M1830	PATKA TROJCHODÁ	2000	ks	25,40
M0301	ŠROUB M3x40 trojchodý závit	2000	ks	11,08
M4753	GRANOFLEX 10x0,35 černý D200	12	m	0,00
M2499	PÁSKA LEPICÍ 48mmx66m transp.	0,227	ks	0,00
M2508	SAMOLEPKA BÍLÁ 100x50	10	ks	0,00
PV KP 64/LA	KRABICE PŘÍSTROJOVÁ	1000	ks	35,94
M0123	ŠROUB C 2,9x13 ČSN EN ISO 7049	2000	ks	2,43
M6540	KARTON 480x380x150 mm	10	ks	3,24
500014	BA+MO	8,333	Hodiny	21,98

Tab. 5 Přímé náklady na výrobu KU 68LA/1

č.položky	Název pol. Nebo operace	Množství /1000Ks	Jednotka	Náklady v %na 1Ks
M4879	PE SÁČEK 60x80x0,05 rychlozav.	11,111	ks	0,00
M1830	PATKA TROJCHODÁ	2000	ks	24,35
M0301	ŠROUB M3x40 trojchodý závit	2000	ks	10,62
M4753	GRANOFLEX 10x0,35 černý D200	13,333	m	0,00
M2499	PÁSKA LEPICÍ 48mmx66m transp.	0,2525	ks	0,00
M2508	SAMOLEPKA BÍLÁ 100x50	11,2	ks	0,00
PV KU 68 LA	KRABICE PŘÍSTROJOVÁ	1000	ks	38,34
M0123	ŠROUB C 2,9x13 ČSN EN ISO 7049	2000	ks	2,33
M6540	KARTON 480x380x150 mm	11,111	ks	3,36
500014	BA+MO	8,333	Hodiny	20,98

Tab. 6 Přímé náklady na výrobu KP 64/2L

č.položky	Název pol. nebo operace	Množství /1000Ks	Jednotka	Náklady v %na 1Ks
M2416	SAMOLEPKA BÍLÁ 3x32x22	1000	ks	0,66
M1830	PATKA TROJCHODÁ	4000	ks	24,86
M0301	ŠROUB M3x40 trojchodý závit	4000	ks	10,71
M4753	GRANOFLEX 10x0,35 černý D200	24	m	0,00
M2499	PÁSKA LEPICÍ 48mmx66m transp.	0,4545	ks	0,13
M2508	SAMOLEPKA BÍLÁ 100x50	20	ks	0,00
PV KP 64/2L	KRABICE PŘÍSTROJOVÁ	1000	ks	40,07
M0123	ŠROUB C 2,9x13 ČSN EN ISO 7049	4000	ks	2,38
M6540	KARTON 480x380x150 mm	20	ks	3,17
500014	BA+MO	15	Hodiny	17,98

Z tabulek je zřejmé, že náklady na montáž a balení představují cca. 20 % přímých nákladů na výrobu.

3.2.7 Popis stávající montáže a balení

Stávající montáž a balení provádí pracovník v sedě na pracovních stolech. Jediným podpůrným prostředkem je zde pneumatický šroubovák. Pracovník má před sebou sklopenou přepravku, ve které jsou polotovary krabiček. Mezi touto přepravkou a pracovníkem je po straně miska se šroubky a patkami. Vedle sebe má umístěnou krabici na hotové výrobky, do které rovná smontované krabičky.



Obr. 7 Stávající montáž krabic

Popis montáže je uveden v balícím listě. Vzor pro KP 64/LA
„Pracovní návodka pro kompletaci:

Do PE sáčku M4879 napočítat 200ks šroubků M0123

Patky M1830 a šroubky M0301 namontovat na krabice PV KP 64/LA 100ks. Krabice narovnat do kartonu, přidat sáček se šroubky, spoje kartonu přelepit lepicí páskou, 1x přepáskovat granoflex. Páskou, přilepit štítek.“ [14]

Z takto popsaného způsobu montáže je zřejmé, že tento způsob není nijak standardizovaný. Každý pracovník provádí tuto montáž jiným způsobem. Dále na pracovišti není dodržována metoda 5S, ačkoli tuto metodu společnost Kopos Kolín a.s. již minimálně dva roky uplatňuje.

3.3 Návrh pracoviště montáže

3.3.1 Pracoviště montáže

Montáž bude prováděna na dvou typech pracovišť. První typ pracoviště je určen pro výrobky, které se montují z krabičky, šroubků a patek. Druhý typ je plně univerzální, je určen i pro výrobky, které se montují z krabiček, šroubků, patek, víček případně i ze svorkovnic. Pro tato pracoviště jsem provedl ideový návrh ve třech variantách, které se od sebe liší zásobníkem na krabičky.

3.3.2 Ideový návrh stolu montáže

Navržené pracoviště se skládá ze stolu, jehož deska se nachází ve výšce 70 cm od podlahy. Zásobník na krabičky se nachází na této desce a zabírá většinu její plochy. Mezi tímto zásobníkem a pracovníkem je montážní plocha, na které jsou zásobníky na šroubky, zásobníky na patky a přípravek. Vedle montážní plochy je umístěna kartónová krabice, která je nakloněna a zapuštěna do desky stolu tak, aby se smontované krabičky do kartónové krabice lehce ukládaly. Nad montážní plochou je otočné rameno s balancérem, na kterém je zavěšený pneumatický šroubovák pomocí něhož se šroubky utahují.

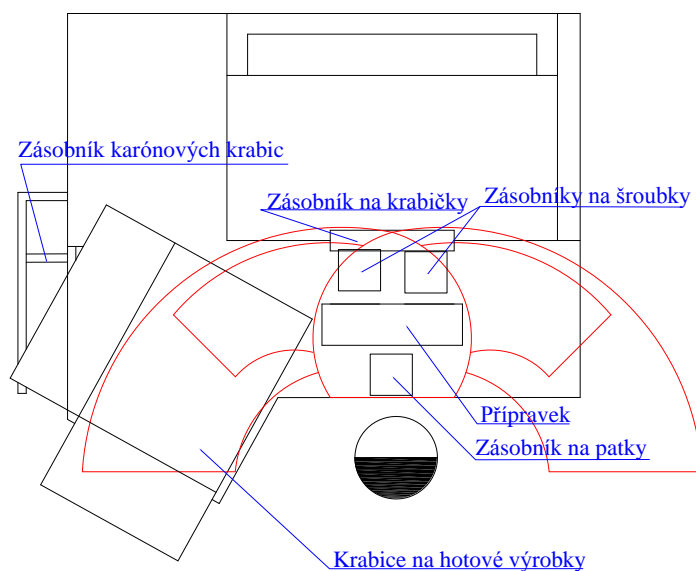
Zásobníkem na krabičky se podrobněji zabývám v samostatné kapitole 3.3.5.

Další součástí pracoviště je přípravek. Instalace přípravku se provádí zasouváním do ližin a je zajištěn pomocí zajišťovacího kolíku. Celý tento přípravek je naklopen o 10° od hlavní desky. Podrobně se přípravkem zabývám v samostatné kapitole 3.3.3.

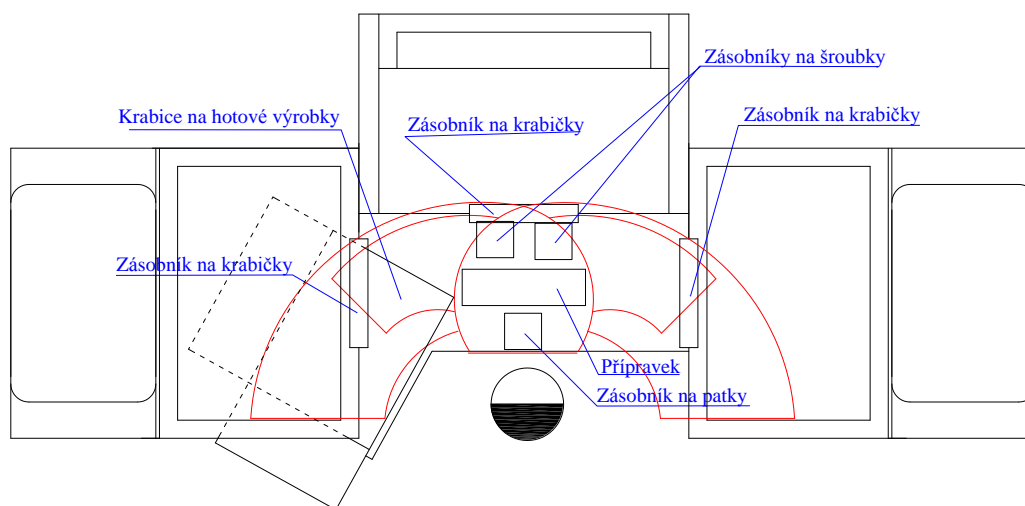
Zásobník na šroubky nebo patky je univerzální, plastový, skosený zásobník a jeho objem je dostačující pro zásobu na celou směnu.

3.3.2.1 První varianta s vyklápěním vpředu

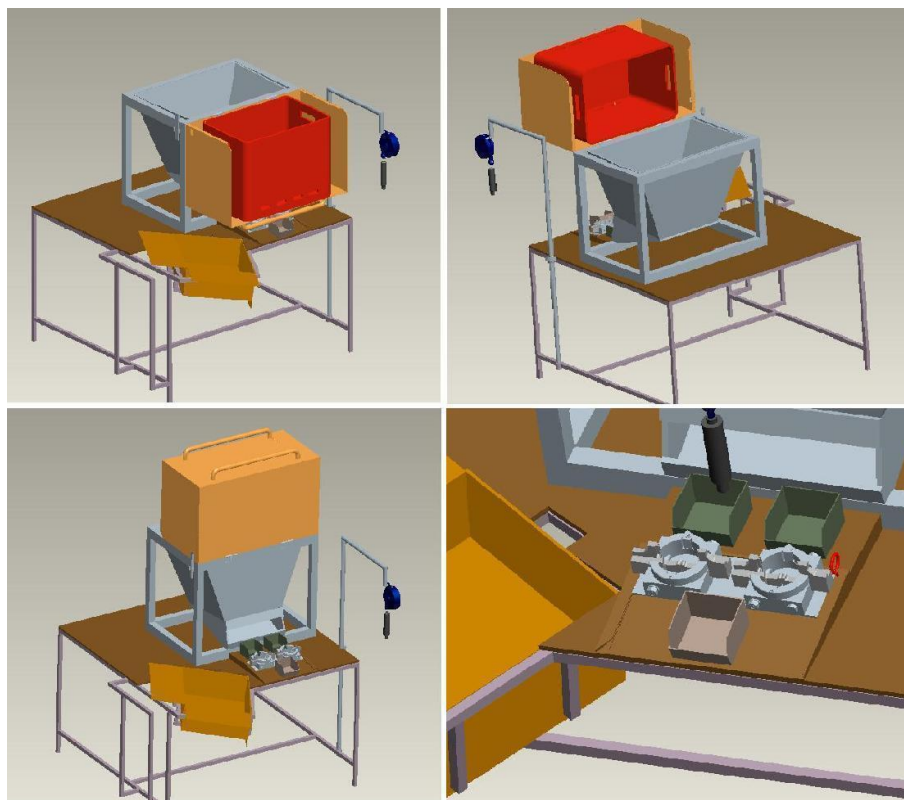
Při této variantě se sklápěč, pomocí něhož se krabičky před montáží vysípají do zásobníku, sklápí do prostoru montážní plochy. Pracovník založí přepravku do sklápěče a pomocí madel překllopí do polohy nad zásobníkem. Při tomto úkonu se přepravka zachytne pomocí háčků tak, aby nespadla do zásobníku a krabičky se vysypou do zásobníku. Při opětovném sklápění sklápěče se musí odjistit západka, která sklápěč zajišťuje proti nechtěnému sklopení do prostoru montážní plochy.



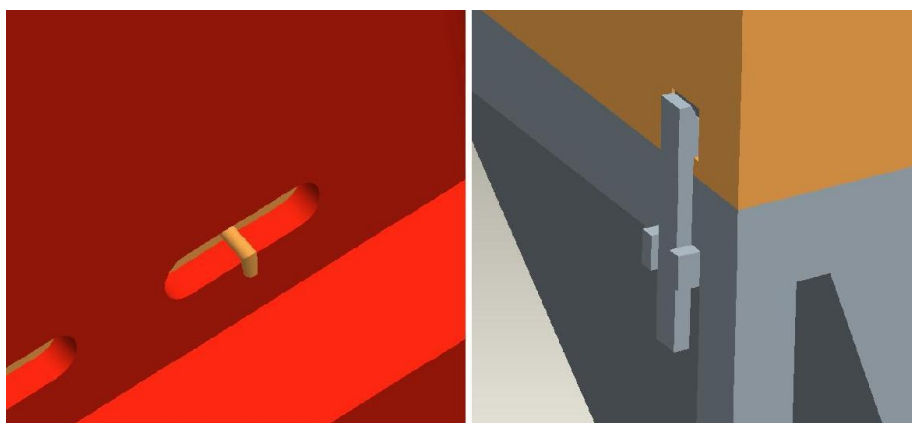
Obr. 8 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu „prvního typu“ pracoviště



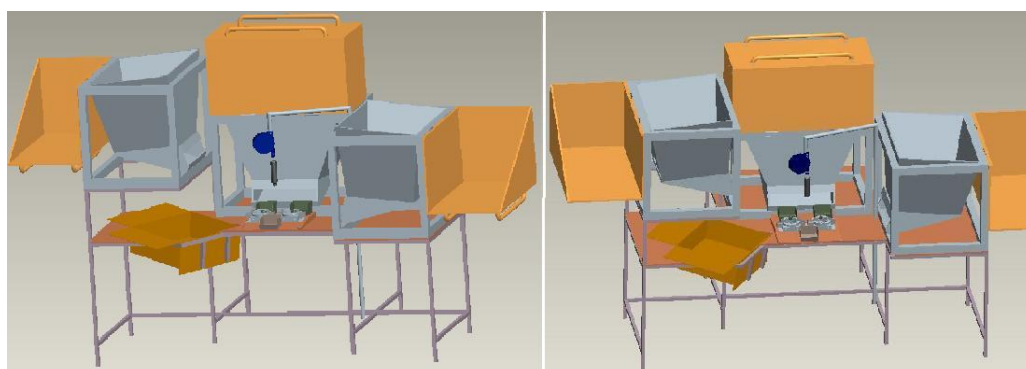
Obr. 9 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu druhého typu „plně univerzálního“ pracoviště.



Obr. 10 „První typ“ pracoviště



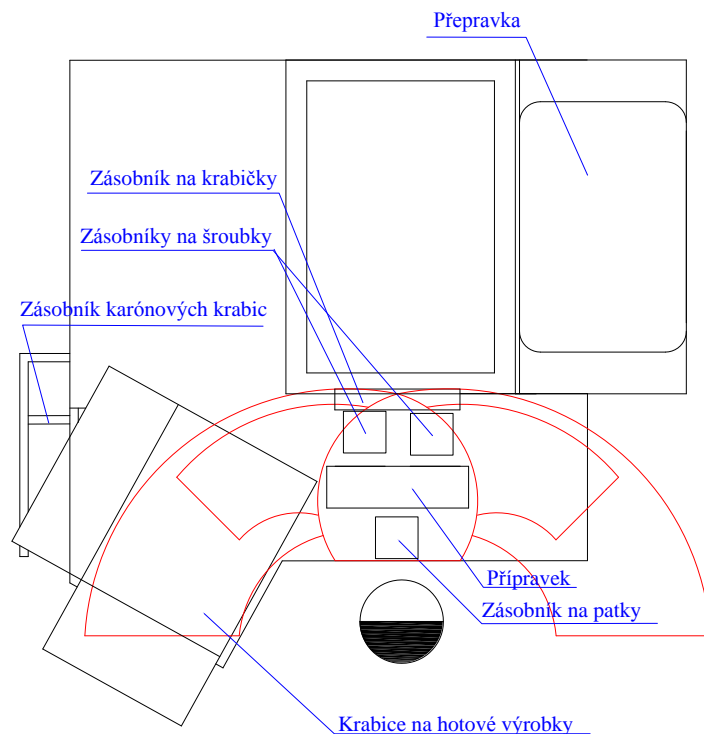
Obr. 11 Detail západky a uchycení přepravky



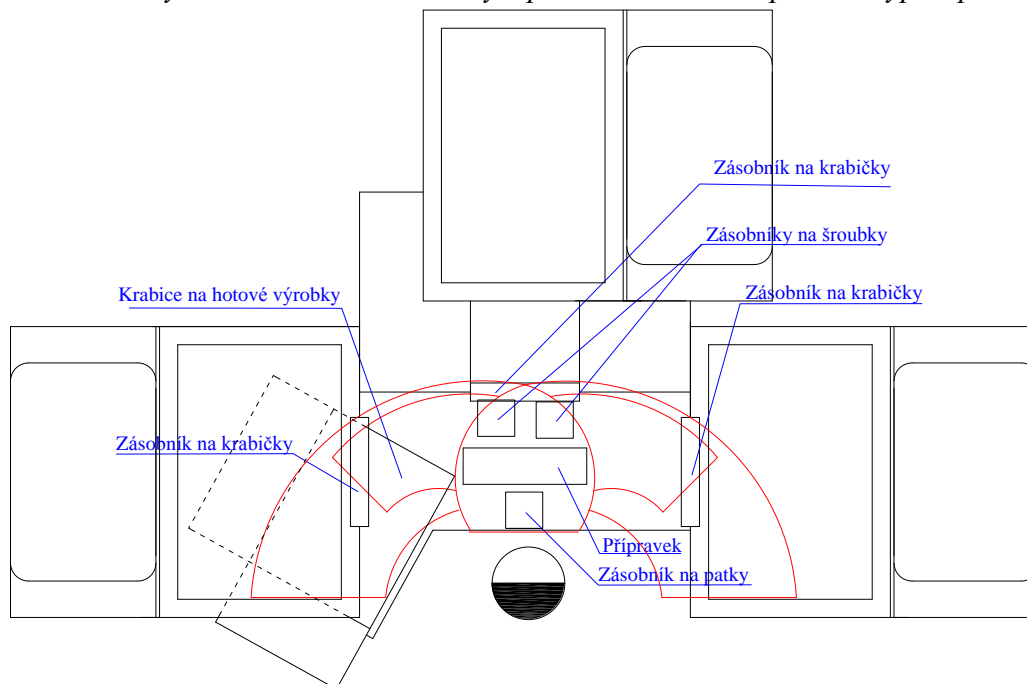
Obr. 12 Druhý typ „Plně univerzálního“

3.3.2.2 Druhá varianta s vyklápěním stranou

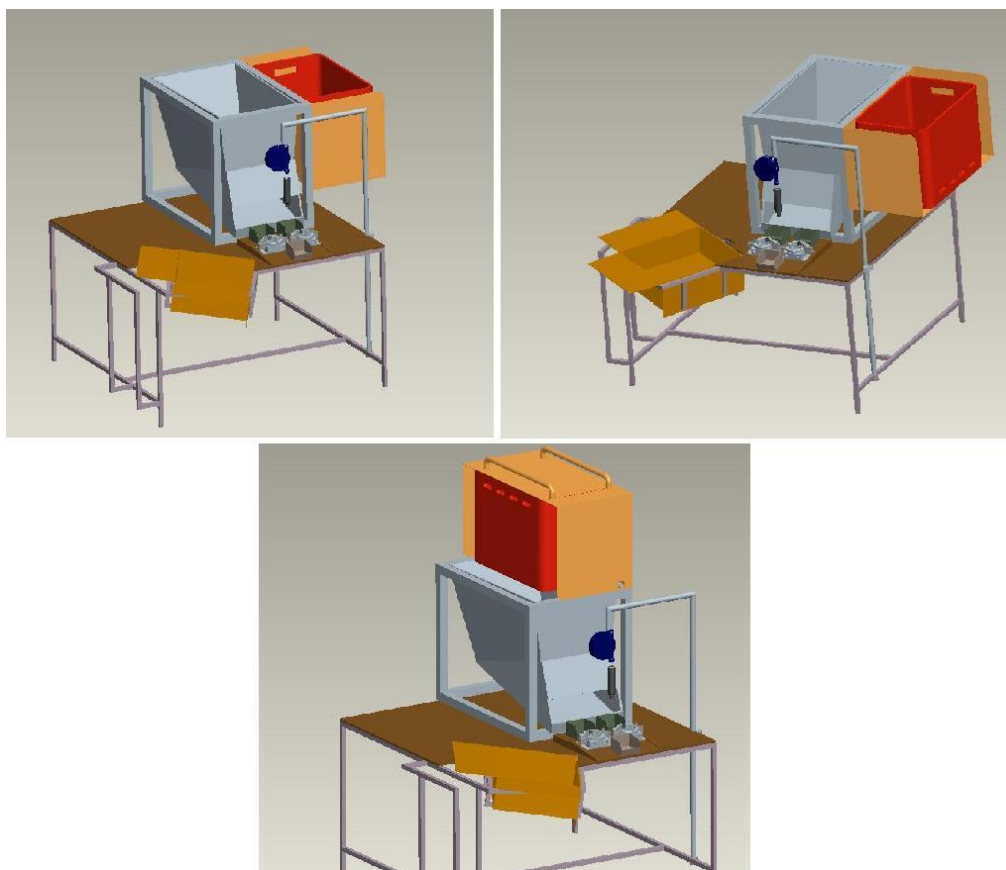
Druhá varianta funguje stejně jako první, rozdíl spočívá v tom, že sklápěč je zde umístěn po straně zásobníku. Není zde západka, protože při nechtěném překlopení nebude ohroženo zdraví pracovníka.



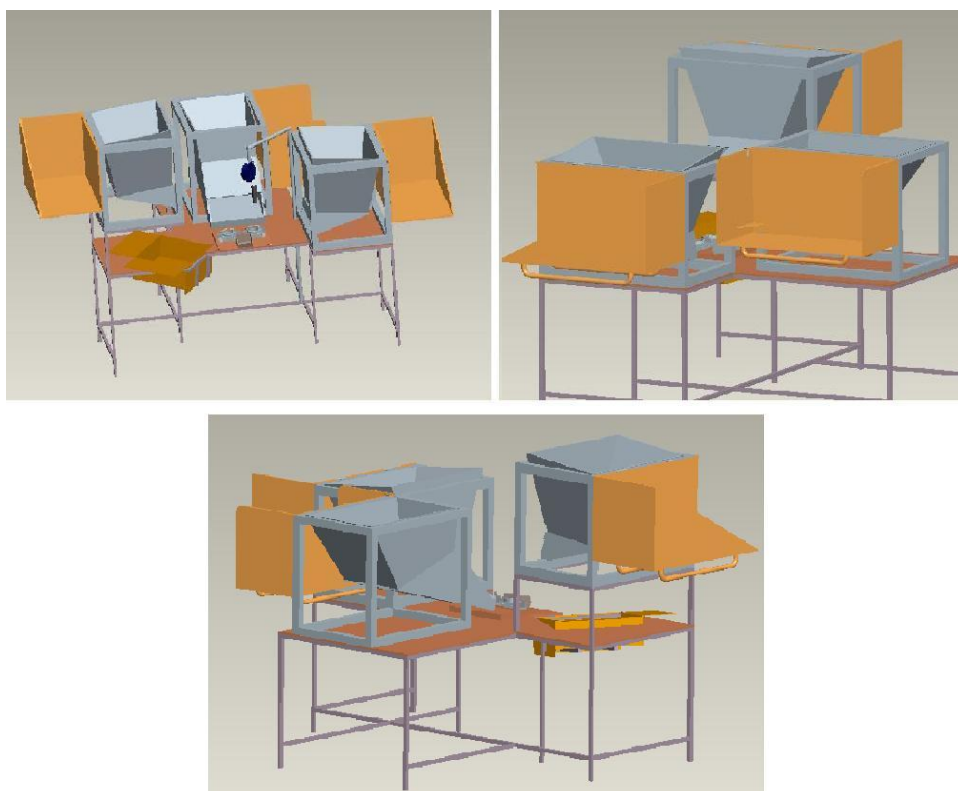
Obr. 13 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu „prvního typu“ pracoviště



Obr. 14 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu prvního typu „plně univerzálního“ pracoviště.



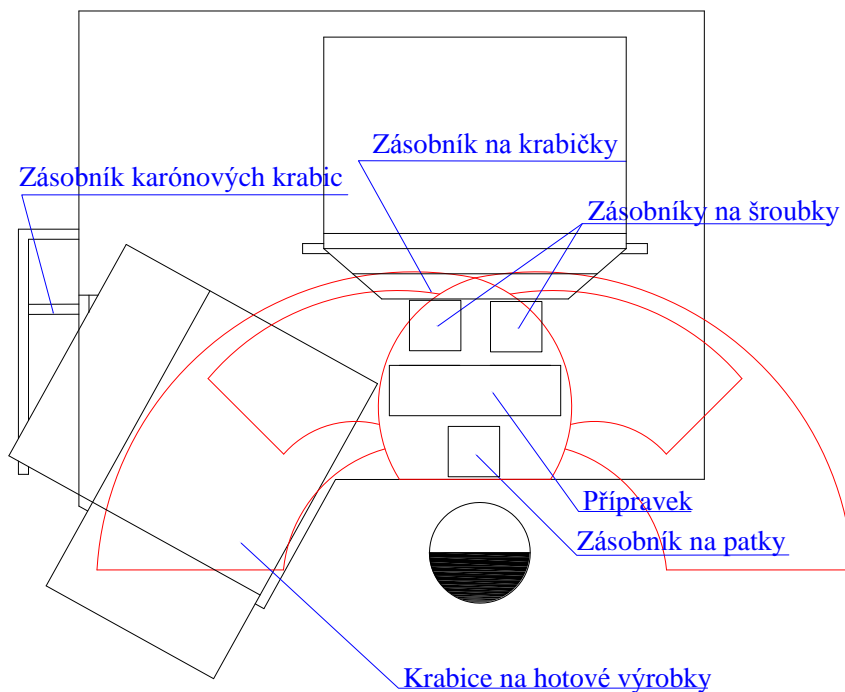
Obr. 15 „První typ“ pracoviště



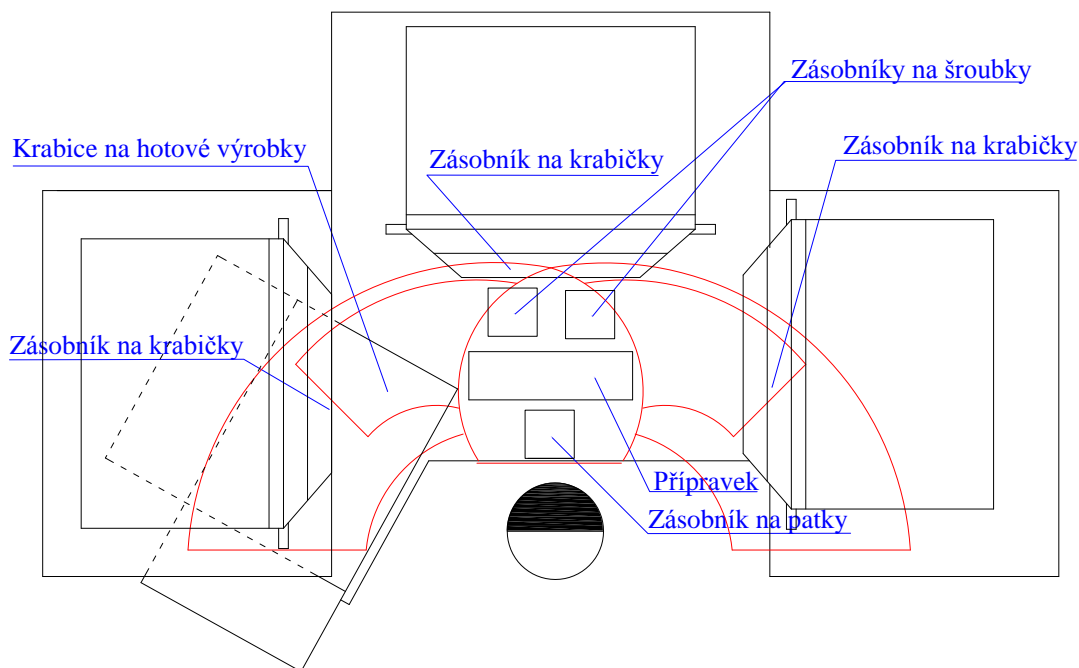
Obr. 16 Druhý typ „Plně univerzálního“

3.3.2.3 Třetí varianta se zásobníkem využívající přepravku

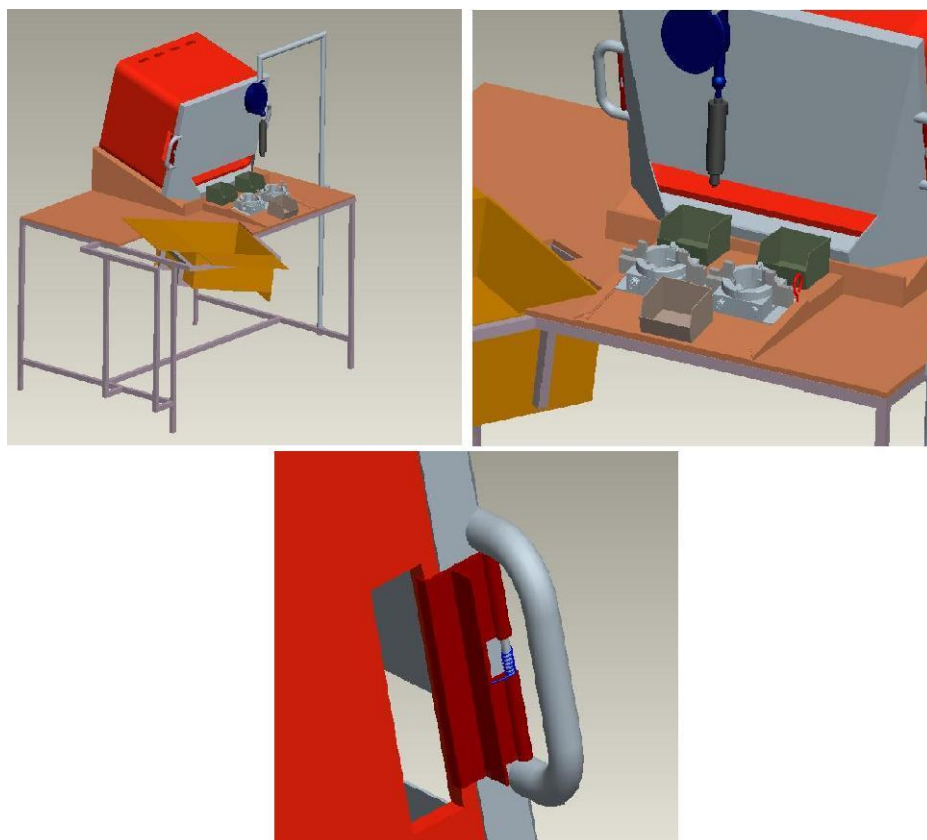
Poslední varianta využívá přepravku jako zásobník. Na přepravku se nasadí víko, které má tvar trychtýře a zabraňuje přílišnému vypadávání krabiček. Celá přepravka se pak umístí na nakloněnou rovinu.



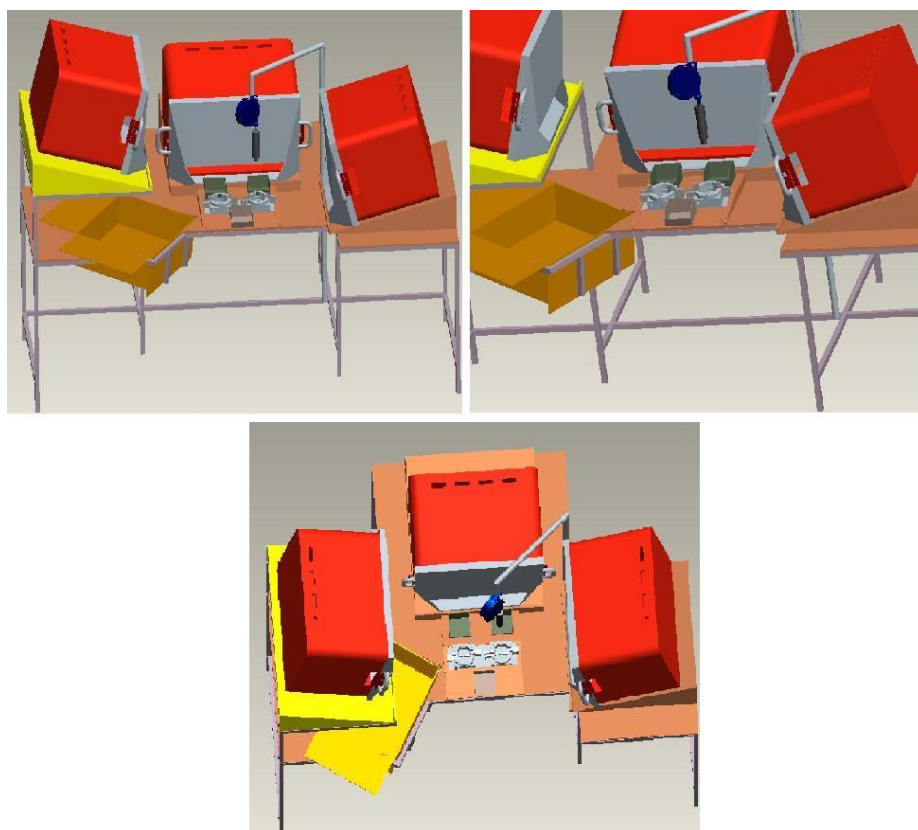
Obr. 17 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu „prvního typu“ pracoviště



Obr. 18 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu prvního typu „plně univerzálního“ pracoviště.



Obr. 19 „První typ“ pracoviště

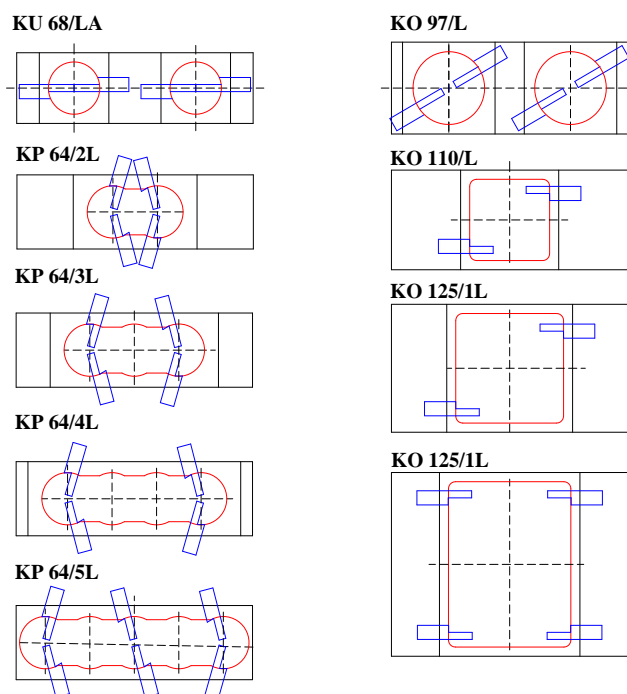


Obr. 20 Druhý typ „Plně univerzálního“

3.3.3 Návrh přípravku

Hlavní výhodou přípravku je odstranění zbytečných pohybů, především ručního zavádění závitu šroubku do závitu patky. Dalším přínosem je, že patky budou mít přesnou polohu v lůžku krabičky, a tudíž se nemůže stát, že by zákazníkovi při montáži překážely.

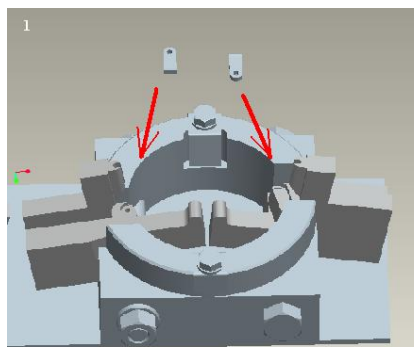
Přípravek se skládá ze základny, do které se krabička ustavuje a pomocí pružných planžet zajišťuje. Jsou zde také naváděče, které mají za úkol ustavit patku a pomoci zavést závit šroubu do závitu patky. Tyto naváděče se otáčejí na šroubu v závislosti na zasunutí krabičky, a to v rozmezí 12° . Důvodem otáčení je, aby po zašroubování šroubku do patky a vyndávání krabičky z přípravku nevadilo tělo naváděče.



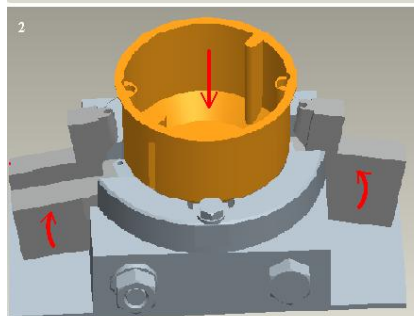
Obr. 21 Jednotlivé typy přípravků

Funkce přípravku

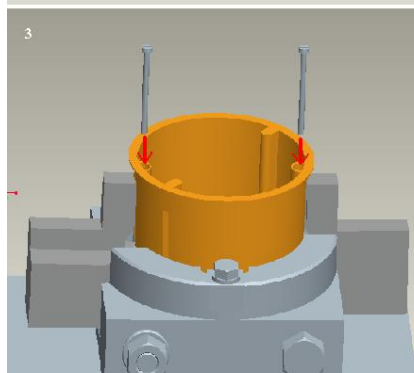
1) Založení patek do přípravku



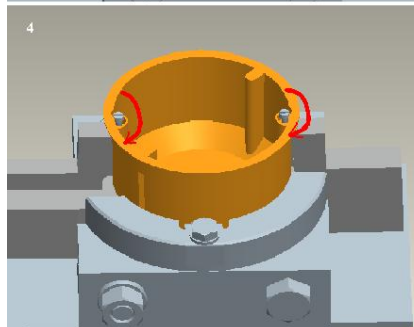
2) Založení krabičky



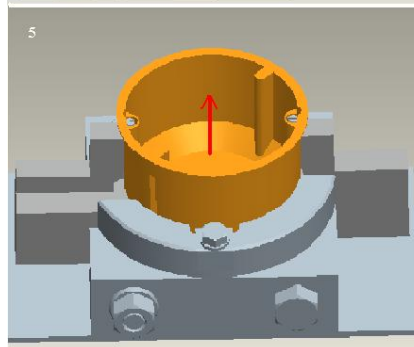
3) Vložení šroubků



4) Zašroubování šroubků pomocí
pneumatického šroubováku



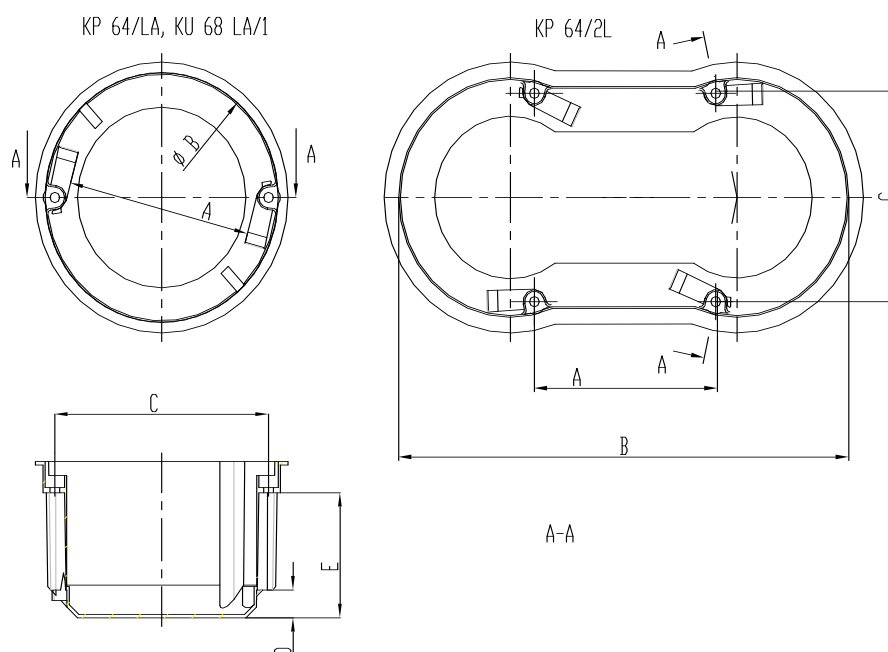
5) Vyjmutí smontované krabičky z přípravku



Obr. 22 Funkce přípravku

3.3.4 Rozměry krabiček ovlivňující funkci přípravků

Rozměry jednotlivých krabiček se navzájem liší, proto jsem provedl měření a zpracování těchto rozměrů. Naměřil jsem soubor dvaceti hodnot takových rozměrů, které jsou nějakým způsobem na přípravky vázány. Následně jsem zjištěné hodnoty zpracoval.



Obr. 23 Měřené rozměry

Tab. 7 Zpracované rozměry

typ krabice	statistická veličina	rozměr (mm)				
		A	B	C	D	E
KP 64/LA	Aritmetický průměr	53,55	67,33	62,19	7,34	37,49
	Minimální hodnota	53,25	66,99	61,92	7,03	37,33
	Maximální hodnota	53,86	67,8	62,65	7,64	37,64
KP 64/2L	Aritmetický průměr	55,94	138,42	60,39	8,65	38,31
	Minimální hodnota	55,68	138,24	60,12	8,23	37,81
	Maximální hodnota	56,37	138,68	60,84	8,85	38,72
KU 68LA/1	Aritmetický průměr	57,85	72,70	66,76	7,64	36,08
	Minimální hodnota	57,79	72,53	66,34	7,34	35,89
	Maximální hodnota	57,94	72,85	67,10	7,94	36,24

Při měření byly důležité tyto dva faktory:

Prvním faktorem byl způsob měření. K tomuto měření jsem použil posuvné měřítko, které se nejčastěji využívá k měření vnitřních a vnějších rozměrů. Měření rozteče posuvným měřítkem mi však činilo problémy. To se také následně projevilo ve velikosti minimální a maximální hodnoty.

Druhým ovlivňujícím faktorem byla tuhost samotných krabiček. Například při měření rozměru B bylo možné krabičku snadno deformovat a tím opět vytvářet chyby měření.

3.3.4.1 Závěr měření

Naměřené hodnoty se pohybují v takových tolerancích, které nebudou funkci přípravku nijak ovlivňovat

3.3.5 Návrh zásobníku na krabičky

Zásobník má tvar trychtýře, který se skládá ze dvou částí. První část je komolý jehlan s menší základnou ve spodní části. Druhou částí, která se nachází pod tímto jehlanem je skluz, který má profil trojúhelníku.

Hlavní předností zásobníku je, že krabičky jsou vždy v dosahu a na stejném místě. Tudíž je jejich přísun pro pracovníka snadnější. V přední části má zásobník sklápěč, pomocí kterého se vysypávají krabičky z přepravky. V této přepravce jsou krabičky transportovány mezi vstřikovacími lisami a montáží.

Při návrhu jsem musel dbát na to, aby i největší montovaná krabice, která má rozměry 354x70x45(mm) nebo 234x176x79(mm) prošla zásobníkem.

Určení rozměrů zásobníku na krabičky

Výpočet objemu přepravky, ve které se krabičky přepravují mezi vstřikovacími lisami a montáží.



(1)

Tvar zásobníku jsem vymodeloval tak, aby se objem zásobníku rovnal, nebo byl větší než objem přepravky.

3.3.6 Stanovení postupu a času montáže

Postup montáže je zřejmý z Obr.22, který popisuje funkci přípravku. Při stanovování jednotkových časů se vycházelo z předpokladu, že montáž bude prováděna na ideovém návrhu pracoviště. Tudíž všechny součásti bude mít pracovník v dosahu.

3.3.6.1 Stanovení jednotkových časů pro KP 64/LA , KU 68 LA/1

Tab. 8 BasicMOST pro KP 64/LA, KU 68 LA/1

	získání objektu			umístění objektu			práce nástroje Pozn.	odložení nástroje			návrat	
operace	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	suma
vzít patku č.1 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.2 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.3 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.4 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít krabici 1,2 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít šroubky 1,2 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít šroubky 3,4 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
použít šroubovák a zašroubovat1šroub	1	0	1	1	0	3	3				0	9
zašroubovat2 šroub	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	7
zašroubovat3 šroub	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	7
zašroubovat4 šroub	0	0	0	1	0	3	3	1	0	1	0	9
vyndat krabici 1, 2 a odložit	1	0	1	1	0	3					1	7
celkový součet:												95

Pozn. Čas, který je nutný pro zašroubování šroubů do patek pomocí pneumatického šroubováku. Toto šroubování trvá přibližně 1s - hodnota indexu je 3.

Součet všech indexů je tedy 95. Po vynásobení 10 vzniká jednotka 950 TMU

Jednotka TMU je 0,00001 hodiny, tj. 1 sekunda odpovídá 27,8 TMU

Výsledný čas na montáž dvou krabic je:

$$2t_M = \frac{10 * \sum indexů}{27,8} = \frac{950}{27,8} = 34,1(s) \quad (3)$$

Pro jednu krabici je čas poloviční.

$$t_M = 17,1(s) \quad (4)$$

Je nutné ještě připočítat čas na balení. Tento čas činí $t_B = 80s$ na kartón.

Poté je čas na montáž a balení jedné krabice KP 64/LA:

$$t_{Celk} = t_M + \frac{t_B}{n} = 17,1 + \frac{80}{100} = 17,8(s) \quad (5)$$

Čas na montáž a balení jedné krabice KU 68/LA:

$$t_{Celk} = t_M + \frac{t_B}{n} = 17,1 + \frac{80}{90} = 17,9(s) \quad (6)$$

3.3.6.2 Stanovení jednotkového času pro KP 64/2L

Tab. 9 BasicMOST pro KP 64/2L

	získání objektu			umístění objektu			práce nástroje Pozn.	odložení nástroje			návrat	
operace	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	suma
vzít patku č.1 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.2 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.3 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.4 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít krabici a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít šroubky 1 a 2 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít šroubky 3 a 4 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
použít šroubovák a zašroubovat 1 šroub	1	0	1	1	0	3	3				0	9
zašroubovat 2 šroub	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	7
zašroubovat 3 šroub	0	0	0	1	0	3	3	0	0	0	0	7
zašroubovat 4 šroub	0	0	0	1	0	3	3	1	0	1	0	9
vyndat krabici a odložit	1	0	1	1	0	3					1	7
celkový součet:	95											

Pozn. Čas, který je nutný pro zašroubování šroubů do patek pomocí pneumatického šroubováku. Toto šroubování trvá přibližně 1s - hodnota indexu je 3.

Součet všech indexů je tedy 95. Po vynásobení 10 vzniká jednotka 950 TMU.

Jednotka TMU je 0,00001 hodiny, tj. 1 sekunda odpovídá 27,8 TMU.

Výsledný čas na montáž krabice je:

$$t_M = \frac{10 * \sum indexů}{27,8} = \frac{950}{27,8} = 34,1(s) \quad (7)$$

Je nutné ještě připočítat čas na balení. Ten se pohybuje kolem $t_B = 80s$ na kartón.

Poté je čas na montáž a balení jedné krabice:

$$t_{Celk} = t_M + \frac{t_B}{n} = 34,1 + \frac{80}{50} = 35,7(s) \quad (8)$$

3.3.7 Zkouška funkce přípravku

Společnost KOPOS Kolín a.s. se rozhodla navržený přípravek vyzkoušet. Chtěla především ověřit jeho funkčnost a přínos.



Obr. 24 Prototyp přípravku

Proto bylo provedeno zkušební měření, při kterém byla simulována výroba. Rozložení všech součástí, jako jsou zásobníky a přípravek, bylo stejné jako navržené řešení. Podstatnou věcí, kterou nebylo dodrženo navržené řešení bylo to, že vyrobený přípravek byl pouze na montáž jedné krabice, kdežto navržené řešení umožňuje montáž dvou krabic najednou. Při zkoušení bylo smontováno 20 ks. krabiček, přičemž čas na smontování jedné krabice byl 21 s/ks.

3.3.7.1 Stanovení jednotkového času zkoušeného přípravku metodou BasicMOST

Tab. 10 BasicMOST pro zkoušení přípravku

operace	získání objektu			umístění objektu			práce nástroje Pozn.	odložení nástroje			návrat	suma
	A	B	G	A	B	P	F	A	B	P	A	
vzít patku č.1 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít patku č.2 a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít krabici a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
vzít šroubky a usadit	1	0	3	1	0	3					0	8
použít šroubovák a zašroubovat 1 šroub	1	0	1	1	0	3	3				0	9
zašroubovat 2 šroub a vrátit	0	0	0	1	0	3	3	1	0	1	1	10
vyndat krabici a odložit	0	0	1	1	0	1					1	4
celkový součet:	55											

Pozn. Čas, který je nutný pro zašroubování šroubů do patek pomocí pneumatického šroubováku. Toto šroubování trvá přibližně 1 s - hodnota indexu je 3.

Součet všech indexů je tedy 55. Po vynásobení 10 vzniká jednotka 550 TMU.

Jednotka TMU je 0,00001 hodiny, tj. 1 sekunda odpovídá 27,8 TMU.

Výsledný čas na montáž krabice je:

$$t_M = \frac{10 * \sum \text{indexů}}{27,8} = \frac{550}{27,8} = 19,78(s) \quad (9)$$



Obr. 25 Zkouška přípravku

3.3.7.2 Závěr ze zkoušení

Jestliže porovnáme čas stanovený pomocí metody BasicMOST a čas naměřený při zkoušení, zjistíme, že se liší o **1,2s** resp. o **5,8%**. Tento rozdíl byl způsoben jednak tím, že bylo zkoušeno malé množství krabiček a pracovník tudíž nemohl získat v montáži jistou praxi. Další problém byl způsoben funkcí přípravku. Po dotažení šroubů nastal problém s vyndáváním krabičky z přípravku, což celou montáž zpomalovalo. Tento problém lze odstranit úpravami jako jsou úkosity a sražení. Tyto úpravy se budou řešit při zavádění výroby.

3.3.8 Návrh Layoutu výrobních hal

Při návrhu bylo nutné určit počet pracovišť z kapacitních propočtů. Předpokládá se, že objem výroby se již nebude měnit a zůstane na hodnotách z roku 2008.

Tab. 11 Čas na výrobu

Položka	Čas strávený na výrobu (%) Pozn.
KI 68 L/1	1,74
KI 68 L/2	0,06
KI 68 L/3	0,00
KO 110/L	8,73
KO 97/L	4,23
KP 64/2L	16,53
KP 64/3L	10,17
KP 64/4L	5,10
KP 64/5L	1,21
KP 64/LA	28,22
KPR 68/71L	0,26
KPR 68/L	1,05
KR 97/L	0,01
KT 250/L	1,03
KU 68 LA/1	13,77
KU 68 LA/2	6,87
KU 68 LA/3	0,05
KU 68/71L1	0,35
KO 125/1L	0,63

Pozn. Čas strávený na výrobu, představuje součin množství prodaných kusů za rok a jednotkový čas.

Z kapacitních propočtů vychází dvanáct pracovišť. Jestliže nyní je nutné na montáž a balení osmnáct pracovišť, úspora představuje 35%.

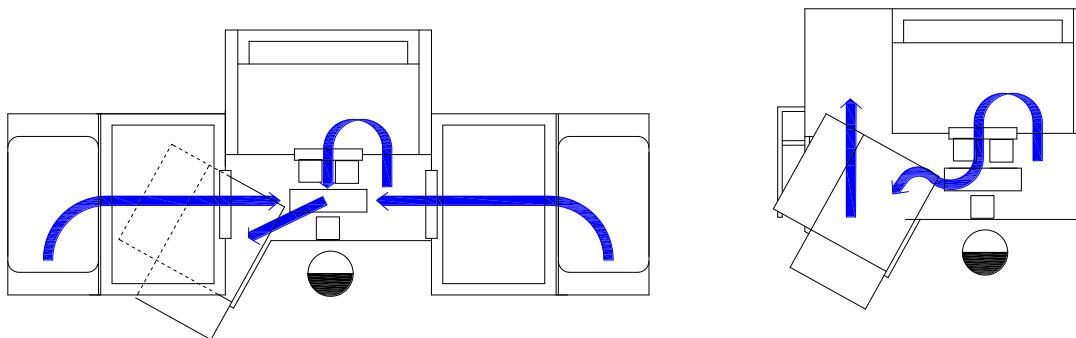
Dále jsem výrobu rozdělil do tří skupin pomocí ABC analýzy. První skupina **A** představuje 58,5% a zahrnuje výrobky typu KP 64/LA, KP64/2L a KU 68 LA/1 bude vyráběna na sedmi pracovištích „prvního typu“.

Druhá skupina **B** představuje 23,3% a zahrnuje výrobky, vyráběné z více jak dvou polotovarů, např. KO 110/L, KU68 LA/2, KO 97/L atd.. Tato skupina bude vyráběna na třech pracovištích druhého typu „plně univerzálním“.

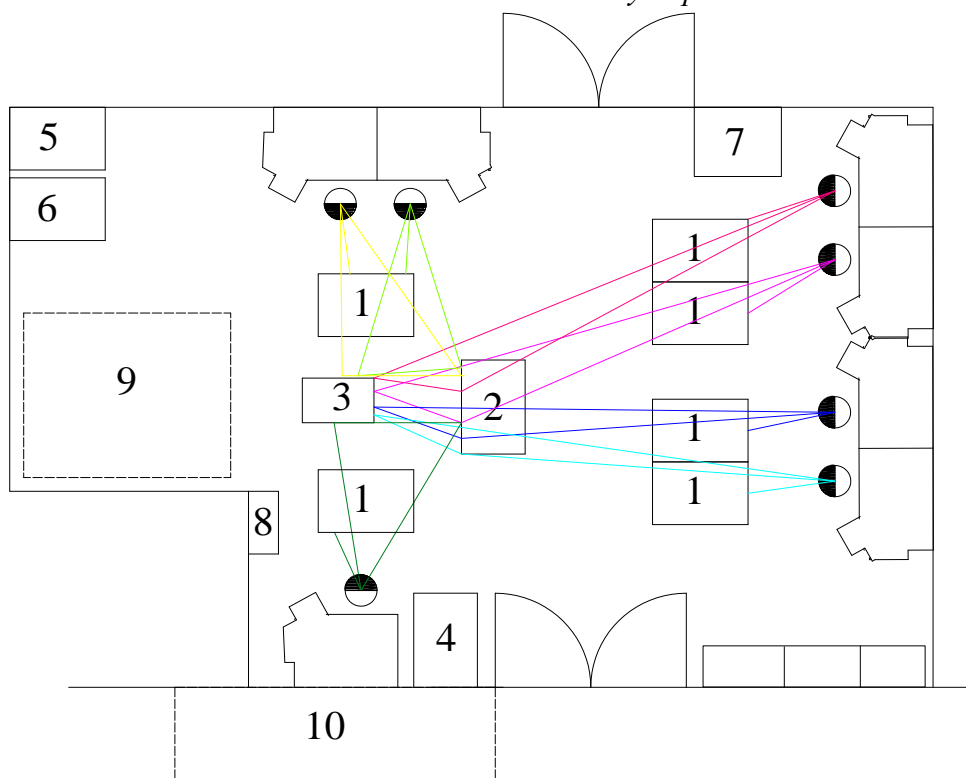
Poslední skupina **C**, představuje 18,2% a zahrnuje zbylé výrobky typu KP 64/3L, KP 64/4L, KPR 68/L atd., které se budou vyrábět na dvou pracovištích „prvního typu“. Pro toto rozdělení jsem vytvořil layouty všech tří variant.

3.3.8.1 První varianta s vyklápěním vpředu

Skupina A se bude vyrábět v NOVÉ HALE a skupiny B, C v PVC-3

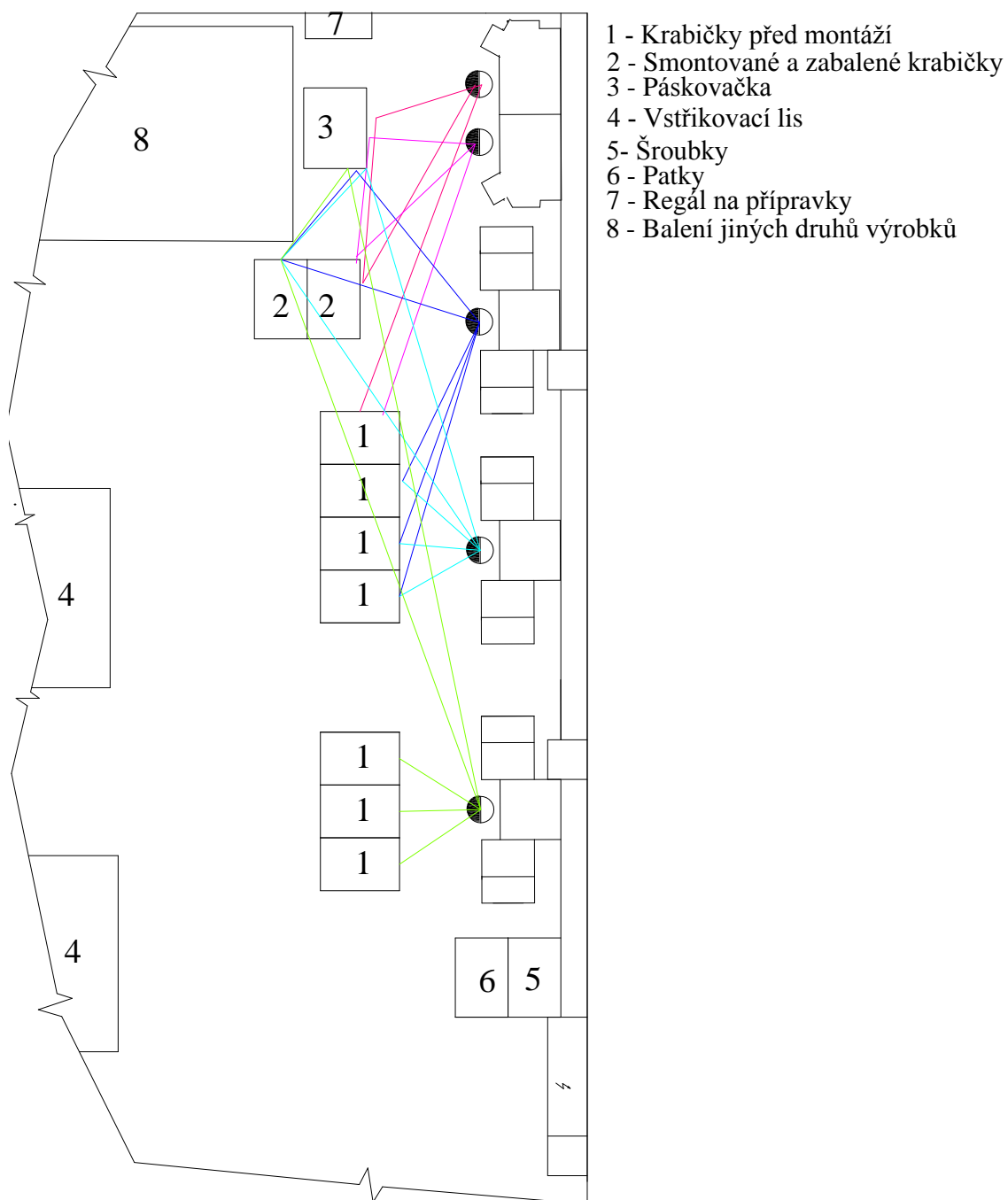


Obr. 26 Tok materiálu navrženými pracovišti.



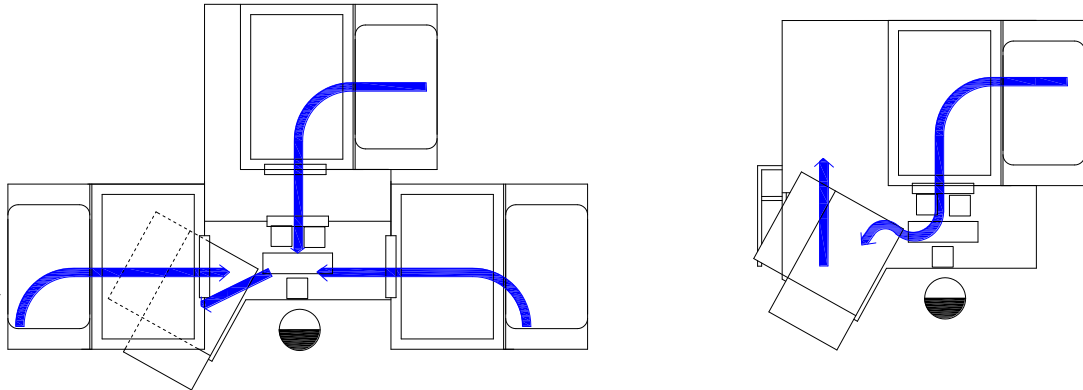
- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Krabíčky před montáží | 6 - Patky |
| 2 - Smontované a zabalené krabíčky | 7 - Přípravek na svorkovnice |
| 3 - Páskovačka | 8 - Regál na přípravky |
| 4 - Volné palety | 9 - Odpočinkový kout |
| 5 - Šroubky | 10 - Sklad krabiček před a po montáži |

Obr. 27 Výrobní hala NOVÁ HALA

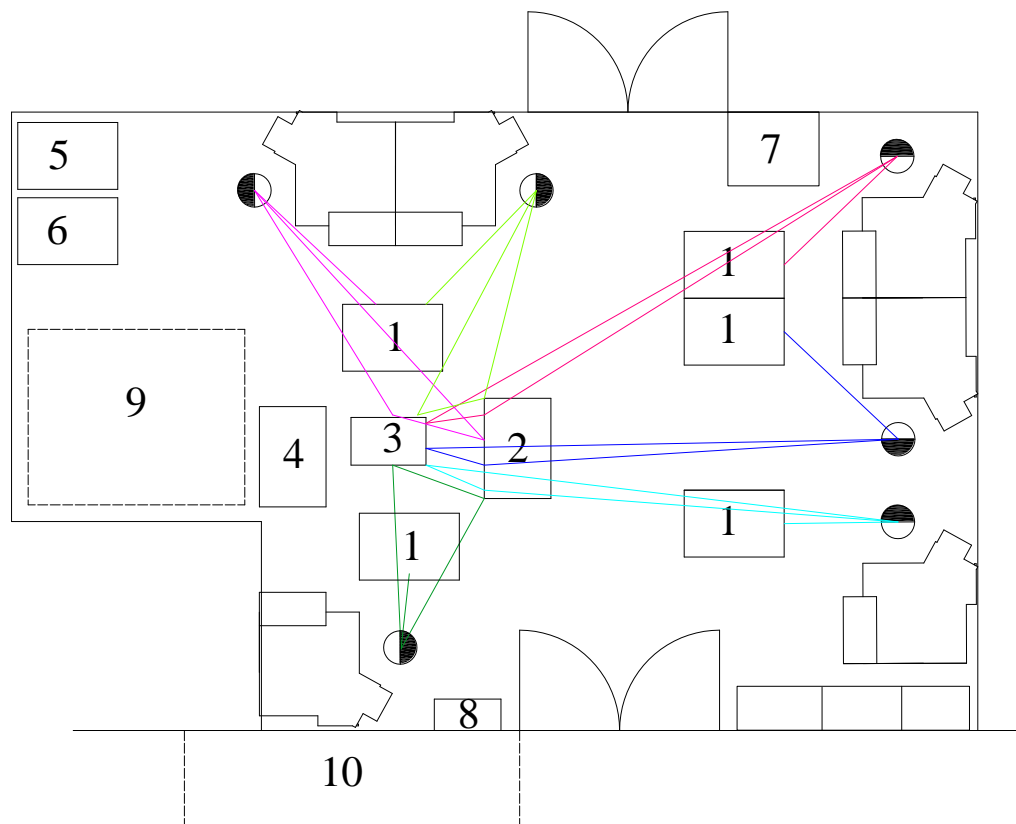
*Obr. 28 Výrobní hala PVC-3*

3.3.8.2 Druhá varianta s vyklápěním stranou

Skupina A se bude vyrábět na šesti pracovištích v NOVÉ HALE a na jednom pracovišti v PVC-3 a skupiny B, C v PVC-3.

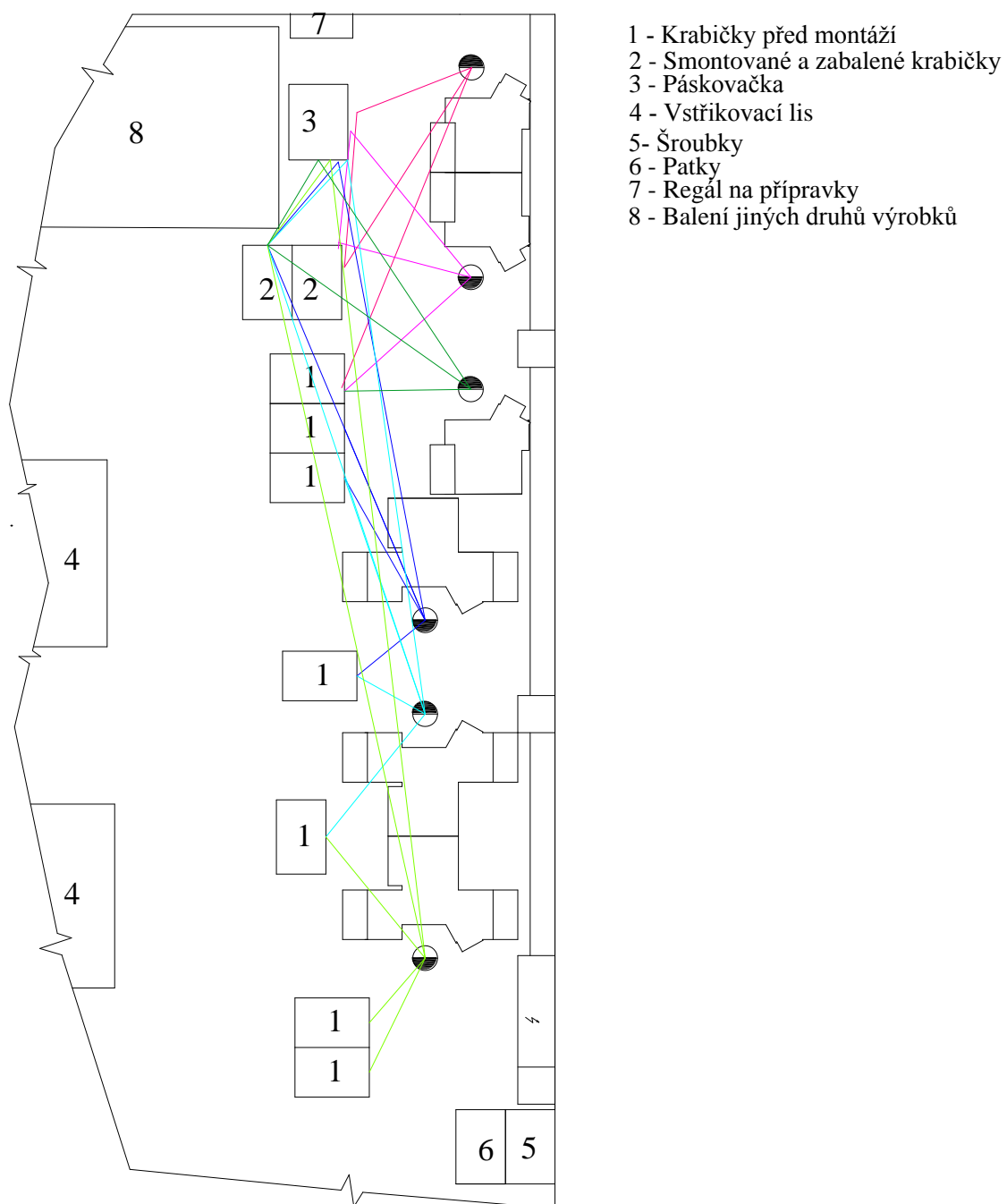


Obr. 29 Tok materiálu navrženými pracovišti.



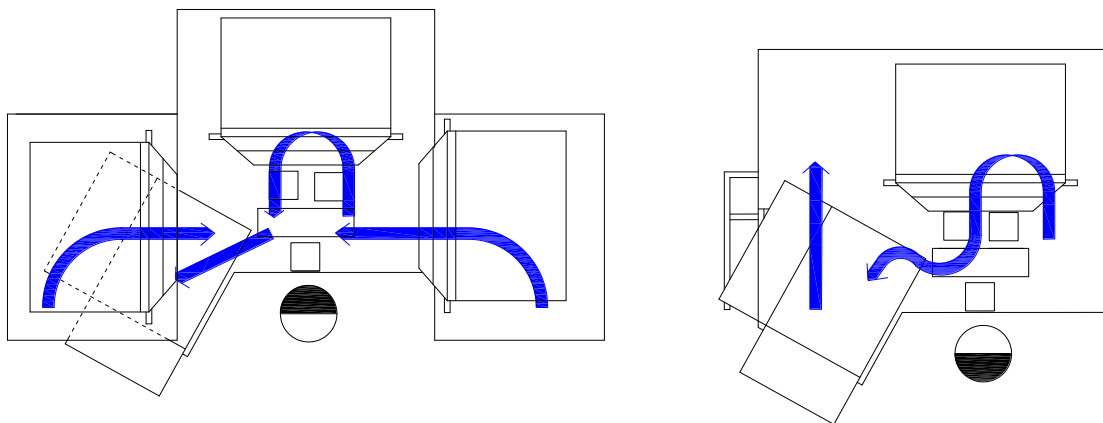
- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Krabíčky před montáží | 6 - Patky |
| 2 - Smontované a zabalené krabíčky | 7 - Přípravek na svorkovnice |
| 3 - Páskovačka | 8 - Regál na přípravky |
| 4 - Volné palety | 9 - Odpočinkový kout |
| 5- Šroubky | 10 - Sklad krabiček před a po montáží |

Obr. 30 Výrobní hala NOVÁ HALA

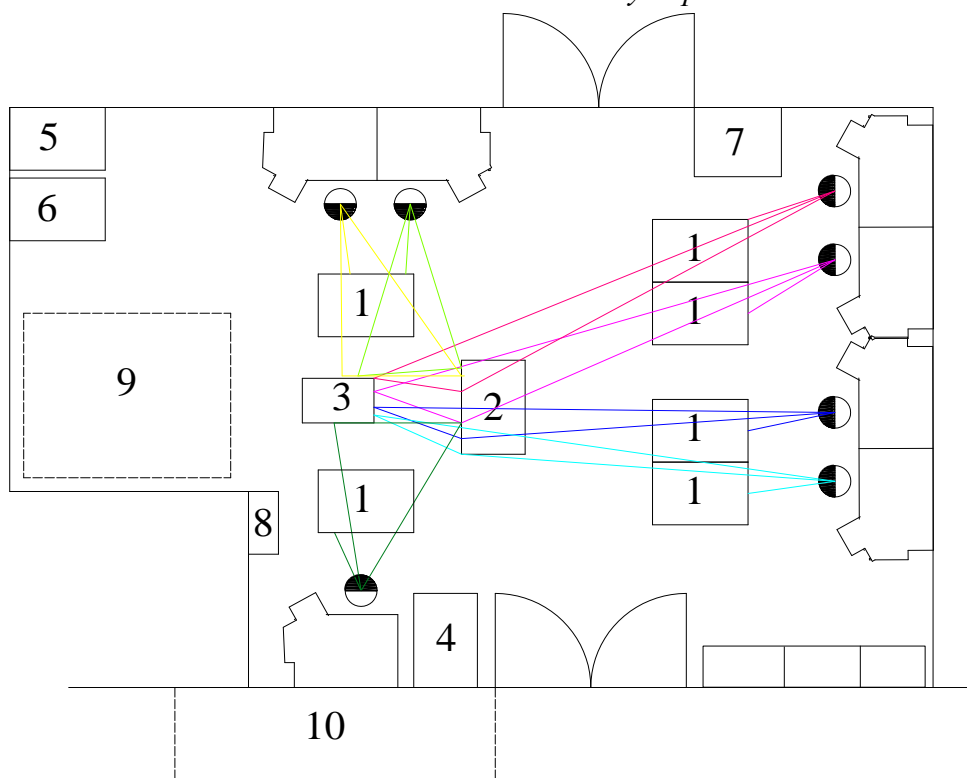
*Obr. 31 Výrobní hala PVC-3*

3.3.8.3 Třetí varianta se zásobníkem využívající přepravku

Skupina A se bude vyrábět na v NOVÉ HALE a skupiny B, C v hale PVC-3.

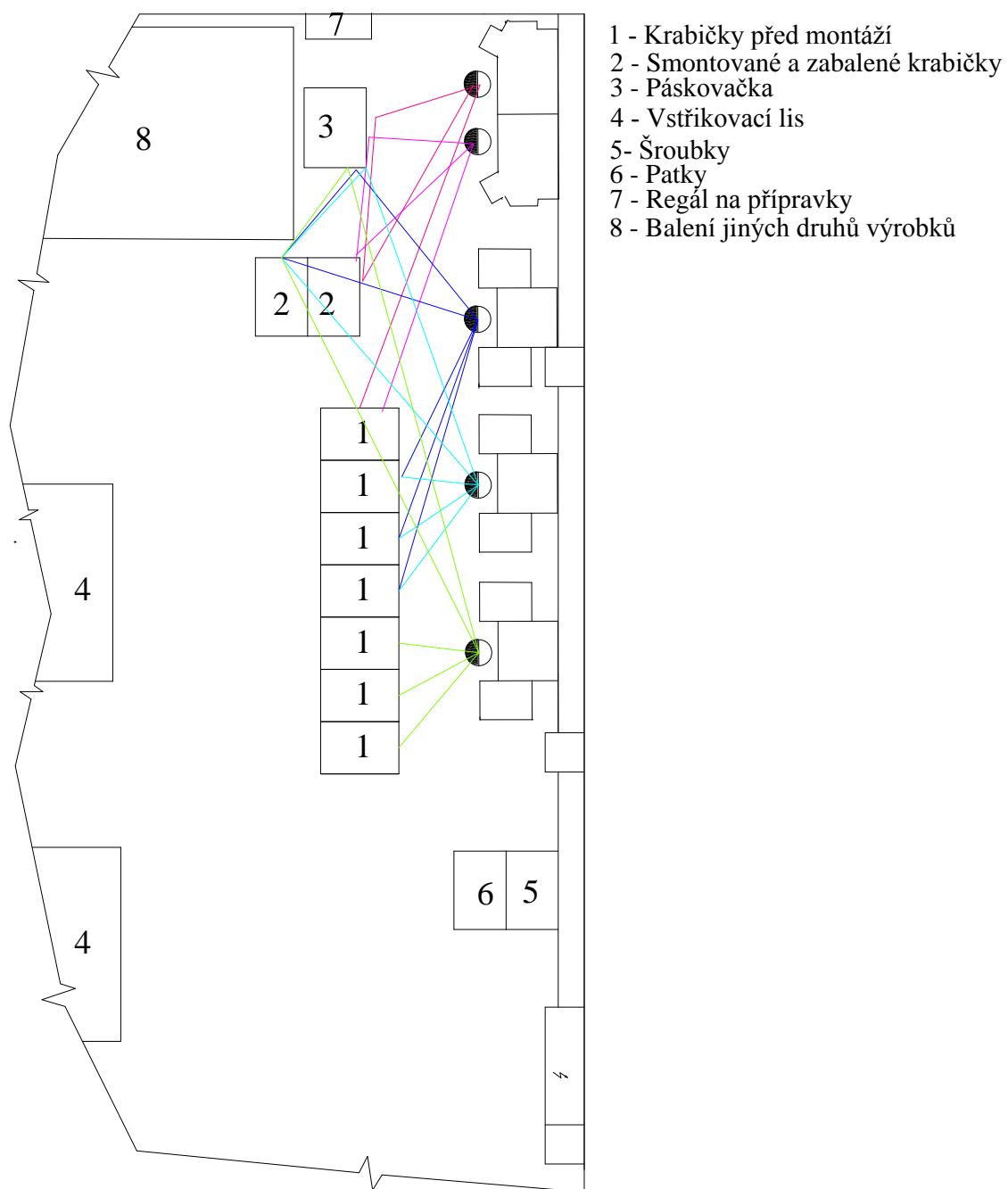


Obr. 32 Tok materiálu navrženými pracovišti.



- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Krabíčky před montáží | 6 - Patky |
| 2 - Smontované a zabalené krabíčky | 7 - Přípravek na svorkovnice |
| 3 - Páskovačka | 8 - Regál na přípravky |
| 4 - Volné palety | 9 - Odpočinkový kout |
| 5- Šroubky | 10 - Sklad krabiček před a po montáži |

Obr. 33 Výrobní hala NOVÁ HALA

*Obr. 34 Výrobní hala PVC-3*

3.4 Porovnání variant

V této kapitole porovnávám výhody a nevýhody jednotlivých variant.

3.4.1 Náklady na zavedení výroby

Zde jsou uvedeny položky jednotlivých zařízení. Instalace toho zařízení by byla pokryta režijními náklady firmy. Podrobné výpočty nákladů jsou v příloze I.

3.4.1.1 Náklady na zavedení výroby varianty jedna, dva

Název položky	Množství	Cena (Kč)
Regál na přípravky PVC3	1	3 206,-
Regál na přípravky NOVÁ HALA	1	2 243,-
Zásobník na patky a šroubky	36	720,-
Balancér s hadicí	12	49 392,-
Zásobník na krabičky	18	86 130,-
Stůl pro pracoviště „prvního typu“	9	48 600,-
Stůl pro pracoviště typu „plně univerzálního“	3	23 820,-
Přípravky	63	1 008 000,-
Celková částka		1 222 111,-

3.4.1.2 Náklady na zavedení výroby varianta tři

Název položky	Množství	Cena (Kč)
Regál na přípravky PVC3	1	3 206,-
Regál na přípravky NOVÁ HALA	1	2 243,-
Zásobník na patky a šroubky	36	720,-
Balancér s hadicí	12	49 392,-
Zásobník na krabičky	18	57 924,-
Stůl pro pracoviště „prvního typu“	9	48 600,-
Stůl pro pracoviště typu „plně univerzálního“	3	23 820,-
Přípravky	63	1 008 000,-
Celková částka		1 193 905,-

3.4.2 Návratnost

Při výpočtu návratnosti musíme vycházet z několika předpokladů. Prvním předpokladem jsou přímé náklady na výrobu, které budou stejné jako v roce 2008. Druhým předpokladem je navržené řešení, které bude přinášet předpokládané efekty, tedy že úspora času, a tudíž i nákladů na montáž, se v průměru zmenší o **35 %**. Jestliže se přímé náklady na montáž pohybují kolem 20 %, pak bude **úspora z celkových nákladů 7 %**.

Varianta jedna, dva

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Náklady}_{na_zavedení_výroby}}{\text{Celková_úspora_nákladů_za_mesíc}} = \frac{1222111}{150608,2} = \mathbf{8,1(\text{měsíců})}$$

Varianta tři

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Náklady}_{na_zavedení_výroby}}{\text{Celková_úspora_nákladů_za_mesíc}} = \frac{1193905}{150608,2} = \mathbf{7,9(\text{měsíců})}$$

Přesný výpočet celkových nákladů není uveden z důvodu firemního know-how společnosti KOPOS Kolín a.s.

3.4.3 Porovnání první varianty

Výhody

Snadné vyklápění krabiček do zásobníku

Málo zastavěné plochy

Nevýhody

Možnost překlopení sklápěče do prostoru montážní plochy a ohrožení zdraví pracovníka (západka by tuto možnost měla vyloučit).

3.4.4 Porovnání druhé varianty

Výhody

Snadné vyklápění krabiček do zásobníku

Bez ohrožení zdraví

Nevýhody

Největší zastavěná plocha.

Horší přehlednost pracoviště, delší a složitější trasy pracovníků po hale (PVC- 3).

3.4.5 Porovnání třetí varianty

Výhody

Jednodušší řešení, levnější na pořízení.

Možnost snadného využití stolů k jinému druhu výroby.

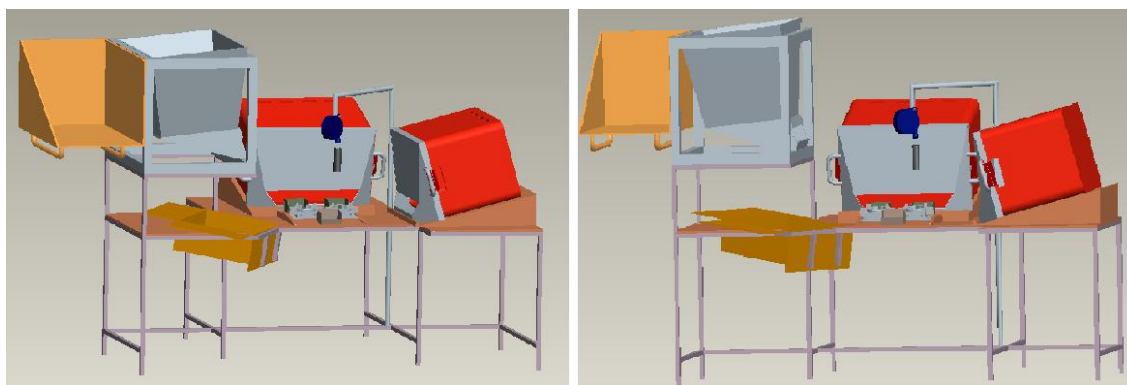
Nejmenší zastavěná plocha

Nevýhody

Horší manipulace s přepravkou při zakládání do montážní polohy, především u „plně univerzálního“ typu nad kartónovou krabicí.

3.4.6 Zhodnocení

Při porovnání všech tří variant, ideových návrhů se jeví jako nejlepší kombinace jednotlivých variant. Pro pracoviště „prvního typu“ varianta tři a pro „plně univerzální“ kombinace první a třetí varianty.



Obr. 35 Kombinace první a třetí varianty „plně univerzálního“ pracoviště

3.5 Pracovní prostředí

Další částí, kterou jsem se zabýval bylo pracovní prostředí.

Obecně ho lze definovat jako souhrn všech materiálových podmínek pracovní činnosti (stroje a zařízení, manipulační prostředky, osobní ochranné prostředky, ostatní vybavení pracovišť, suroviny a materiál, stavební řešení), které v souvislosti s dalšími podmínkami (technologií, organizací práce, společenskými podmínkami práce) vytváří faktory – fyzikální, chemické, biologické, sociálně psychologické a další, ovlivňující pracovníka v průběhu pracovního procesu. Skladba a úroveň pracovního prostředí působí na pracovní pohodu i výkon pracovníka. Nepříznivé pracovní prostředí stupňuje zátěž člověka a může být jeho ohrožením. Pracovník musí vynakládat část úsilí na překonání vlivů, které mu práci znesnadňují a při dlouhodobé expozici nepříznivě působícího pracovního prostředí je třeba počítat s jeho zdravotním nebo morálním poškozením. Náročná adaptace na nepříznivé prostředí vyvolává u pracovníka nespokojenost nebo odpor, který se z pravidla odráží i v jeho vztahu k podniku. [11]

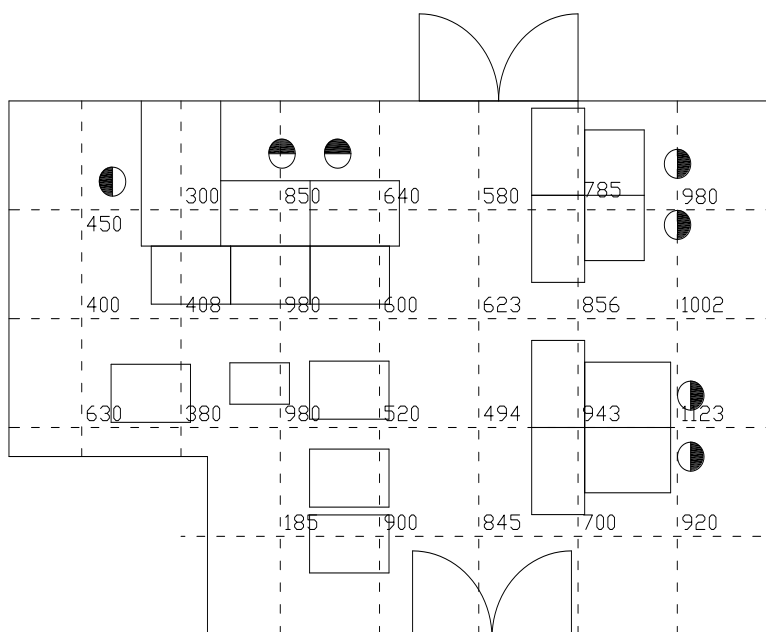
3.5.1 Osvětlení

„Vliv osvětlení na pracovní výkon, zmetkovitost a úrazovost byl předmětem mnoha zkoumání. Obecně lze říct, že s rostoucí osvětleností při zachování dobré kvality osvětlení stoupá pracovní výkon, klesá počet chyb a roste rovnoměrnost výkonu tím více, čím zrakově obtížnější úkol řešíme.“ [11]

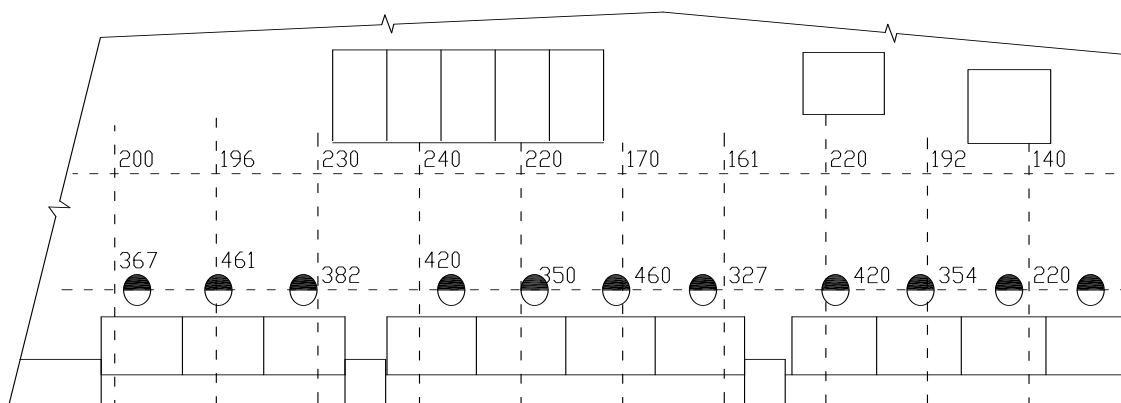
Jelikož na obou pracovištích tato oblast pracovního prostředí nebyla nijak zkoumána, provedl jsem v této oblasti měření osvětlení.

Postup měření:

Nejprve jsem si nakreslil půdorys obou pracovišť. Do tohoto nákresu jsem vytvořil síť bodů o rozteči 1,5m. V každém bodě jsem provedl měření pomocí luxmetru.



Obr. 36 Nová hala



Obr. 37 PVC 3

Závěr:

Potřebné osvětlení pro tento druh montáže se podle [12] má pohybovat v rozmezí 250 – 300 (lx). Z naměřených hodnot je zřejmé, že osvětlení v hale PVC-3 v některých místech nevyhovuje. Po instalaci navrženého řešení doporučuji provést kontrolní měření.

3.5.2 Hluk

Hluk je každý zvuk, který má na člověka nepříjemný, rušivý nebo škodlivý účinek. Nepříjemné působení hluku má vliv na emocionální postoj a motivaci jednotlivce. Může, ale nemusí se projevit na zhoršení výkonu. Každém případě člověka obtěžuje. Rušivé působení hluku zvyšuje pracovní zátěž a má negativní vliv na výkon. Škodlivé působení hluku zanechává patologické a škodlivé následky zejména na sluchovém orgánu, zhoršuje stav nervové soustavy, způsobuje nepříznivé reakce psychické, neurovegetativní, poruchy ostatních smyslových orgánů a celkové snížení odolnosti lidského organismu. Hlavní nebezpečí hluku je v tom, že působí skrytě, napadá organismus soustavně a jeho účinky se kumulují. Přitom dostatečně silný hluk působí na člověka objektivně, když si na něj zdánlivě zvykne. [11]

V září roku 2006 bylo provedeno na obou pracovištích měření hluku. Závěr z tohoto měření: „Požadavky na hluk na všech pracovních místech s výjimkou D5,D6 na pracovišti v Nové hale jsou dodrženy. Ekvivalentní hladiny $L_{Aeq,8h}$ (dB) a hladiny špičkového akustického tlaku L_{Cpeak} (dB) v součtu s nejistotami měření $U = 1,6dB$

nepřekračují dle NV 148/2006 hygienické limity pro osmihodinové pracovní směny.“ Pracovnice D5, D6 v Nové hale používaly elektrické šroubováky, ostatní pracovnice na obou pracovištích používaly pneumatické šroubováky. Po tomto měření byla u pracovníků D5,D6 provedena výměna elektrických šroubováků za pneumatické. Lze očekávat, že po této výměně jsou limity hluku dodržovány na všech pracovištích a to bez výjimky.

3.5.3 Teplota

Teplota je další faktor, který „nepříznivě ovlivňuje pracovníka zejména tehdy, jsou-li v extrémních hodnotách. Mají vliv na svalový výkon, koordinaci pohybů, koncentraci pozornosti, rychlost reakce a duševní činnost.“ [11]

Obě pracoviště jsou klimatizována pomocí automatického systému, který hlídá konstantní teplotu nastavenou na 19°C. Podle [12] lze považovat za ideální („Ideální prostředí vychází z předpokladů: teplota od 18°C do 23°C při relativní vlhkosti od 40% maximálně do 70%“).

4 Závěr

Cílem diplomové práce bylo optimalizovat montáž při kompletaci rozvodných krabic do dutých stěn. Hlavním faktorem bylo zvýšení produktivity, zlepšení ergonomie a hygieny práce. Další podmínkou tohoto řešení bylo využití stávajících prostor. Toto řešení mělo být levné, jednoduché a podnik by měl být schopen realizovat toto řešení samostatně.

V první části byly provedeny ideové návrhy dvou druhů pracovišť ve třech variantách, na kterých bude montáž prováděna. Tyto pracoviště odstraňují zbytečné pohyby a námahu, zlepšují pořádek, zavádějí do výroby systém a dodržují podmínky ergonomických kritérií. Byla také provedena analýza spotřeby manuální práce na navrženém pracovišti pomocí metody BasicMOST. Dále byla provedena zkušební výroba, při které se ověřovala funkce a přínosy navrženého přípravku.

Dále jsem se zabýval určením počtů pracovišť podle vyráběného množství a návrhem umístění ve stávajících prostorech. V další části byly stanoveny náklady na navržená řešení a návratnost. Následně jsem porovnal jednotlivé varianty.

V poslední části jsem posuzoval pracovní prostředí, které má přímý vliv na výkonnost pracovníků. Při posuzování nebyly nalezeny žádné faktory, které by negativně ovlivňovaly výkonnost pracovníků montáže. Výjimkou bylo osvětlení v hele PVC-3.

Tab. 12 Porovnání časů

	norma času s/ks		úspora (%)
	stávající stav	navržené řešení	
KP 64/LA	30,0	17,8	40,6
KU 68 LA/1	30,0	17,9	40,3
KU 64/2L	54,0	35,7	33,8

Předpokládané přínosy

Očekává se, že bude celková doba montáže a balení všech druhů krabiček o 35% nižší.

Oproti současnému stavu může být však montáž a balení jednoho druhu krabičky nižší až o 40,6%.

Odstranění zbytečných pohybů, námahy a zlepšení ergonomie.

Postup montáže bude přesně definován a bude možné dále zlepšovat.

Možné problémy při zavádění zcela nového typu výrobku

Rozměry krabice budou takové, že průchod zásobníkem bude obtížný nebo zcela nemožný.

Nutná výroba nového přípravku.

Seznam použité literatury

- [1] VRZÁČEK, Jan. *Kopos Kolín a.s.* [online]. 1 Kolín : 2009 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.kopos.cz/cs/index.php>>.
- [2] STŘELEČ, Jiří. *DMAIC Metoda* [online]. 2008 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.vlastnicesta.cz/akademie/kvalita-system-kvality/kvalita-system-kvality-metody/dmaic-metoda/>>.
- [3] *Co je LEAN?* [online]. 2007 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.scacp.cz/cz/lean-a-six-sigma/co-je-lean/>>.
- [4] *Metoda 5S* [online]. 2005-2009 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=128>>.
- [5] OLDŘICH, Matoušek. *Brzpečnost, ochrana zdraví* [online]. 2002 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.ergonomicke-kancelare.cz/ergonomie-bezpecnost/>>.
- [6] *Ergonomie* [online]. 2008 [cit. 2009-03-24]. Dostupný z WWW: <<http://www.tomstein.de/beruf/bildschirmarbeitsplatz/ergonomie.htm>>.
- [7] KOŠTURIÁK, Ján, FROLÍK, Zbyněk. *Štíhlý a inovativní podnik*. E. Houšková; A. Lenzar. [s.l.] : Alfa Publishing, s.r.o., 2006. 236. ISBN 80-86851-38-9.
- [8] CHRONJAKOVÁ, Felicita. *ABC analýza* [online]. 2006 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=96>.
- [9] *ANALÝZA MĚŘENÍ SPOTŘEBY MANUÁLNÍ PRÁCE SYSTÉMEM BasicMOST* [online]. 2008 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.sovastudio.cz/vzdelavaci-kurzy/zasobovani-skladovani-obaly-vyroba/9057-analyza-mereni-spotreby-manualni-prace-systemem-basicmost/>>.

[11] ULRYCH, Zdeněk. *Řízení a organizace práce* [online]. 2008 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <www.kpv.zcu.cz/rop/rop.doc>.

[12] ERBAN, Václav. *FYZIOLOGIE PRÁCE A ERGONOMIE*. 1. vyd. [s.l.] : Technická univerzita v Liberci, 2003. 160. ISBN 80-7083-767-5.

[13] KRIŠŤJAK, Jozef. *Ergonomické usporiadanie pracoviska* [online]. 2009 [cit. 2009-05-10]. Dostupný z WWW: <http://www.ipaslovakia.sk/slovník_view.aspx?id_s=145>.

[14] Pracovní návodka pro kompletaci krabic KP 64/LA

Seznam obrázků

Obr. 1 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu[6].....	16
Obr. 2 Prostorové nároky základních pracovních poloh [13]	16
Obr. 3 Krabice do dutých stěn[1].....	20
Obr. 4 Výroba krabic do dutých stěn	20
Obr. 5 Výrobní hala PVC3	22
Obr. 6 Výrobní hala NOVÁ HALA.....	23
Obr. 7 Stávající montáž krabic	25
Obr. 8 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu „prvního typu“ pracoviště. 27	
Obr. 9 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu druhého typu „plně univerzálního“ pracoviště.	27
Obr. 10 „První typ“ pracoviště	28
Obr. 11 Detail západky a uchycení přepravky	28
Obr. 12 Druhý typ „Plně univerzálního“	28
Obr. 13 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu „prvního typu“ pracoviště29	
Obr. 14 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu prvního typu „plně univerzálního“ pracoviště.	29
Obr. 15 „První typ“ pracoviště	30
Obr. 16 Druhý typ „Plně univerzálního“	30
Obr. 17 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu „prvního typu“ pracoviště31	
Obr. 18 Půdorys rozsahů a dosahů ve výši pracovního stolu prvního typu „plně univerzálního“ pracoviště.	31
Obr. 19 „První typ“ pracoviště	32
Obr. 20 Druhý typ „Plně univerzálního“	32
Obr. 21 Jednotlivé typy přípravků	33
Obr. 22 Funkce přípravku	34
Obr. 23 Měřené rozměry	35
Obr. 24 Prototyp přípravku	39
Obr. 25 Zkouška přípravku	40
Obr. 26 Tok materiálu navrženými pracovišti.	42
Obr. 27 Výrobní hala NOVÁ HALA.....	42
Obr. 28 Výrobní hala PVC-3	43
Obr. 29 Tok materiálu navrženými pracovišti.	44
Obr. 30 Výrobní hala NOVÁ HALA.....	44
Obr. 31 Výrobní hala PVC-3	45
Obr. 32 Tok materiálu navrženými pracovišti.	46
Obr. 33 Výrobní hala NOVÁ HALA.....	46
Obr. 34 Výrobní hala PVC-3	47
Obr. 35 Kombinace první a třetí varianty „plně univerzálního“ pracoviště	50
Obr. 36 Nová hala	51
Obr. 37 PVC 3	52

Seznam tabulek

Tab. 1 Tabulka BasicMOST [7]	18
Tab. 2 Vyrobené množství za období 2005-2008.....	21
Tab. 3 Normy času.....	23
Tab. 4 Přímé náklady na výrobu KP 64/LA	24
Tab. 5 Přímé náklady na výrobu KU 68LA/1	24
Tab. 6 Přímé náklady na výrobu KP 64/2L	24
Tab. 7 Zpracované rozměry	35
Tab. 8 BasicMOST pro KP 64/LA, KU 68 LA/1	37
Tab. 9 BasicMOST pro KP 64/2L	38
Tab. 10 BasicMOST pro zkoušení přípravku	39
Tab. 11 Čas na výrobu	41
Tab. 12 Porovnání časů.....	54

Příloha

I. Podrobný rozpis nákladů na pořízení

Kupované součásti

Regály

Výrobce: Regaz

	PVC3	Nová Hala
Výška:	2000mm	2000mm
Délka police	1000mm	800mm
Hloubka:	400mm	400mm
Počet polic	9	5
Celková délka:	1075mm	876mm
Cena:	3 206Kč	2 243Kč

Zásobník na patky a šroubky

Výrobce: Polák

Technická data: Rozměr 102(h)x100(š)x60(v)mm

Cena: **20Kč****Balancér s hadicí**

Výrobce: TECNA typ: FZS 1

Technická data: Délka zdvihu 1,4 m
Hmotnost 1,25 kg
Nosná síla 0,4-0,8 kg

Cena: **4116Kč**

Vyráběné součásti

Zásobník na krabičky (varianta jedna, dva)

cena

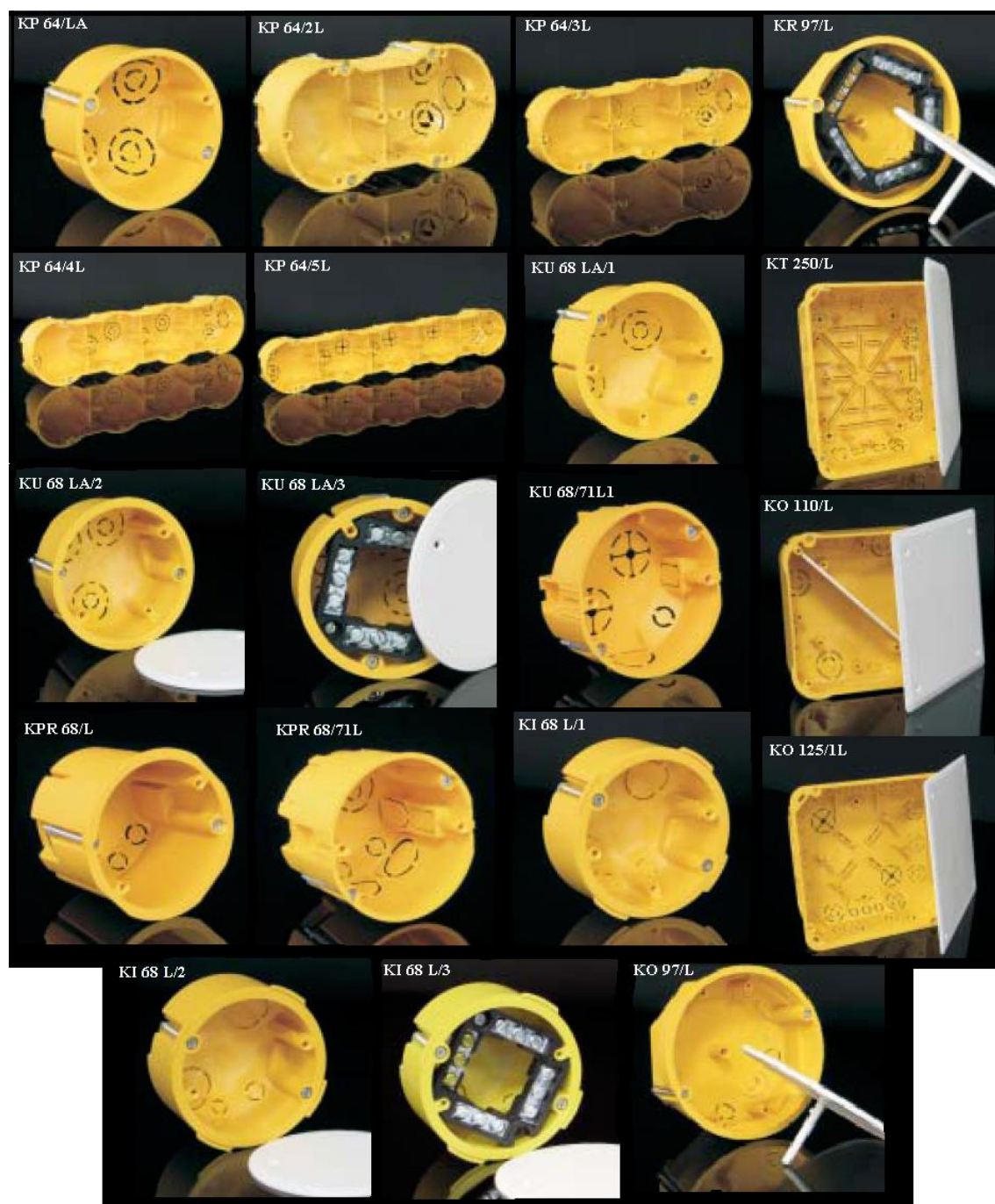
Materiál: Plech pozinkovaný v tavenině 1x1000x1500	818 Kč
Trubka čtvercová 40 x 40 x 2 -7 000	567 Kč
Práce a další materiál:	3 400Kč
Cena celkem za ks.	4 785Kč

Zásobník na krabičky (varianta 3)

Materiál: Plech pozinkovaný v tavenině 1x1000x100	543 Kč
Práce a další materiál	1 500Kč
Cena celkem za ks.	2 043Kč

Stoly	cena
První tip	
Materiál:	
Trubka čtvercová 20x20x2 – 15 200	1231 Kč
Deska stolu dřevotřísková laminovaná DTD tl.10mm x 1,4m ²	160 Kč
Práce a další materiál	4 000Kč
Cena celkem za ks.	5 400 Kč
Typ plně univerzální	
Materiál:	
Trubka čtvercová 20x20x2 – 21 300	1725 Kč
Deska stolu dřevotřísková laminovaná DTD tl.10mm x 2,3m ²	245 Kč
Práce a další materiál	6 000 Kč
Cena celkem za ks.	7 940 Kč
Přípravky	
Průměrná cena na výrobu a mat.	16 000Kč

II. Krabice do dutých stěn



Obr. Všechny vyráběné druhy krabiček